

XII SEMINARIO INTERNACIONAL DE LA FACULTAD
DE ARQUITECTURA Y ARTES 2018



Eficiencia +
EXPERIENCIA

HACIA UNA ARQUITECTURA
DEL CONFORT

XII INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ARCHITECTURE AND ARTS

EFFICIENCY + EXPERIENCE WITH A CENTRAL THEME OF COMFORT IN ARCHITECTURE

Editores // Rodrigo Velasco · Diego Chavarro · Juanita Botero · Carlos Rueda

Universidad Piloto de Colombia

José María Cifuentes Páez

Presidente

Angela Gabriela Bernal Medina

Rectora

Rodrigo Lobo-Guerrero Sarmiento

Director de Publicaciones

y Comunicación Gráfica

Mauricio Hernández Tascón

Director de Investigaciones

Diego Ramírez Bernal

Coordinador General

de Publicaciones

Maria Isabel Cifuentes Martín

Directora Departamento de Relaciones

Internacionales e Interinstitucionales

Patricia Farfán Sopó

Decana Facultad Arquitectura y Artes

Édgar Camacho

Decano Programa de Arquitectura

Seminario Internacional de la Facultad

de Arquitectura y Artes

Eficiencia + Experiencia, hacia una

arquitectura del confort

Edición N. 2 - 2018 (Bogotá, Colombia)

ISSN: 2500-7505

Copyright ©

Autores: Salmaan Craig, Wolfgang Kessling, Sukumar Natarajan, Jacobo Biblioowicz, Hali Larsen, Azam Khan, Roxelane Guellmeister, Sarah Robinson, Anna Andersen, Carlos Rueda, Kaske Havik, Alberto Perez-Gómez, Roland Hudson, Rodrigo Velasco, Carolina Rodríguez, María Camila Coronado, Martha D'Alessandro, Fabio Clavijo, Martha Moreno, Cristina Gamboa.

Editores: Rodrigo Velasco, Diego Chavarro, Juanita Botero y Carlos Rueda.

Traductores: Constanza Morales, Aaron Brakke, Carlos Rueda, Rodrigo Velasco y Estefanía Villamizar.

Imagen de portada

Alvar Aalto. Campus universitario.

Edificio principal; vestíbulo. (Fotografía:
Cortesía de la Fundación Alvar Aalto)

Diseño

Daniela Martínez Díaz

Impresión:

Digiprint Editores S.A.S

Esta obra literaria es una compilación de las conferencias y proyectos enviados por sus autores, para la publicación seriada del Seminario Internacional de Arquitectura; en consecuencia, cada uno de los artículos expresa exclusivamente la opinión de sus respectivos autores, de manera que no representan el pensamiento de la Universidad Piloto de Colombia. Cada uno de los autores suscribió una licencia uso a favor de la universidad, la cual incluye una declaración de originalidad sobre la obra, por lo que la responsabilidad sobre los derechos de autor, el contenido literario e imágenes enviadas será asumida única y exclusivamente por las personas que enviaron las obras literarias y artísticas para su publicación.

This literary work is a compilation of the conferences and projects, submitted by their respective authors for the serialized publication of the Seminario Internacional de Arquitectura (International Architecture Conference). Thus, each of the articles expresses, exclusively, the opinion of their respective authors in a way that it does not represent the thought or philosophy of the Universidad Piloto de Colombia. Each of the authors subscribed a license of use in favor of the University that includes a declaration of originality of the work. The said declaration entails that the responsibility of the copyright, literary content and submitted images will be assumed solely by the persons who submitted the literary and artistic works for their publication.



CONTENIDO

14 INTRODUCCIÓN // DECANO EDGAR CAMACHO CAMACHO

EFICIENCIA

Introducción

- 14 Nuevos datos revelan patrones de ventilación en el interior de los montes de termitas – y sugieren que los arquitectos pueden hacer mucho más con la masa térmica

Salmaan Craig

(Re)conectando el rendimiento de edificios con la arquitectura tropical

- 24 **Wolfgang Kessling**

Avances en confort térmico

- 32 **Sukumar Natarajan**

Diseño generativo para el confort en la arquitectura

- 42 **Jacobo Bibliowicz, Hali Larsen y Azam Khan**

Diseño más allá del confort

- 42 **Roxeane Rahel**

EXPERIENCIA

Introducción

Carlos Rueda, Juanita Botero

El significado del confort

Sarah Robinson

Experiencia de la arquitectura: Autobiografía de

Christian Norberg-Schulz

- 24 **Anna Ulrikke Andersen**

Hacer lugar re-creando el mundo: experiencia poética y metamorfosis en la obra de arquitectura

- 42 **Carlos Iván Rueda Plata**

Actos de simbiosis: un análisis literario de la obra de Rogelio Salmona y Alvar Aalto

- 42 **Klasse Havik**

La arquitectura como atmósfera musical

Alberto Pérez-Gómez

INTERVENCIONES LOCALES

Introducción

- 14 Modelación y representación de datos climáticos en los trópicos: una aplicación piloto para Colombia

Roland Hudson y Rodrigo Velasco

La necesidad de un modelo de medición para el confort térmico en Colombia

- 24 **Carolina Rodríguez, María Camila Coronado y Marta D'Alessandro**

Condiciones climáticas de diseño en regiones tropicales

- 42 **Fabio Clavijo**

El dilema del espacio público: ¿cantidad o calidad?

- 42 **Martha Cecilia Moreno Mesa**

Sostenibilidad integral y su aplicación a espacios corporativos

Cristina Gamboa T.

CONTENT

14 INTRODUCTION // DEAN EDGAR CAMACHO CAMACHO

EFFICIENCY

Introduction

New Data Reveals Ventilation Patterns Inside Termite Mounds—and

14 Suggests Architects Can Do Much More with Thermal Mass

Salmaan Craig

(Re)connecting Building Performance with Tropical Architecture

24 Wolfgang Kessling

Advances in thermal comfort

32 Sukumar Natarajan

Generative Design for Comfort in Architecture

42 Jacobo Bibliowicz, Hali Larsen, Azam Khan

Design Beyond Comfort

42 Roxeane Rahel Guellmeister

EXPERIENCE

Introduction

Carlos Rueda, Juanita Botero

La arquitectura como atmósfera musical

Sarah Robinson

Architecture Experienced: Christian Norberg-Schulz's autobiography

24 Anna Ulrikke Andersen

Place-making as world re-creation: poetic experience and
metamorphosis in the architectural work

32 Carlos Iván Rueda Plata

Acts of Symbiosis: a Literary Analysis of the Work of Rogelio Salmona
and Alvar Aalto

42 Klaske Havik

Architecture as Musical Atmosphere

Alberto Pérez-Gómez

LOCAL INTERVENTIONS

Introduction

14 Climate visualization and classification tools for Colombia

Roland Hudson and Rodrigo Velasco

The need for a thermal comfort model in Colombia

24 Carolina Rodríguez, María Camila Coronado y Marta

D'Alessandro

Climatic design conditions in tropical regions

32 Fabio Clavijo

The Dilemma of Public Space: Quantity or Quality?

42 Martha Cecilia Moreno Mesa

Comprehensive sustainability and its application to corporate spaces

42 Cristina Gamboa T.

INTRODUCCIÓN

Los seminarios Internacionales del Programa de Arquitectura, ahora de la Facultad de Arquitectura y Artes, cumplen tres décadas de existencia. En general, cada uno de estos eventos ha reflejado las fortalezas del Programa, y en particular, algunos de sus temas reflejan hechos pioneros del mismo. Los primeros seminarios tuvieron que ver con el origen de la Maestría en Gestión Urbana (1987), aún vigente en la Facultad. Se puede decir que, desde ese momento y hasta el fin del siglo XX, los seminarios destacaron la relación entre arquitectura y ciudad que ha caracterizado al Programa. Posteriormente, los temas abordados fueron fruto de la decantación proveniente de nuevas reflexiones sobre esta relación, como las provenientes del debate sobre la posmodernidad. Desde luego que el tema ambiental también ha sido tratado, de modo primordial en lo ateniente a soluciones prácticas cotidianas. Y cuando se tomó la decisión de complementar temas del Seminario con los del Taller Internacional de la Universidad, si este último hizo referencia a Grecia como cuna de la civilización, el Seminario Internacional hizo referencia a “América, cruce de civilizaciones”.

The International Architecture Seminars, originally organized by the program of Architecture, now part of the Faculty of Architecture and Arts, have three decades of existence. Overall, each of these events reflected the program's academic strengths. The first seminars supported the origin of the Master of Urban Management (1987). From that time, seminars have stressed the relationships between architecture and the city, at the same time characterized the academic interests of the architecture program. More recently, the topics discussed have been the result of new reflections on the same relationship, in which environmental issues have also been addressed.

Algunos de los vínculos más estrechos con universidades y académicos del mundo han provenido de su participación en los seminarios internacionales de Arquitectura de la Universidad Piloto. De ahí que el Programa y ahora la Facultad promueven su realización, entre otros fines, para que el estudiantado y el profesorado en su totalidad tengan presencia directa en esos vínculos. Y en cuanto tiene que ver con el interior de la Universidad, ha sido tradicional que los laboratorios de Arquitectura sean organizadores primordiales de los seminarios.

En esta oportunidad la promoción se extiende a la Facultad en su conjunto, sobre la base de una iniciativa del Laboratorio de Tecnología. Para el efecto, el tema escogido representa una máxima oportunidad. Hoy día se puede afirmar que a nivel de los habitantes del planeta es creciente el consenso acerca de la cuestión ambiental. No sucede lo mismo con respecto al cambio climático, primordialmente por lo que atañe a la posición de los poderes del mundo. En medio de este dilema, la decimosegunda versión del Seminario Internacional se enfoca con centro en la materialidad artificial, en particular la que surge de la concepción y práctica de la arquitectura y otros diseños y que tanta influencia tiene en la huella ecológica, para apreciarla en términos de sus causas y efectos últimos, de su origen y destino, y de la ética de su uso.

A partir de esta escogencia de tema y de su enfoque, la Facultad da continuidad a la vocación de siempre de la Universidad en cuanto a interpretar los hechos con sentido integral y a realizar nuevos hechos con el mismo sentido. Una integralidad que en estos tiempos se hace más difusa o etérea y que, por consiguiente, demanda nuevas respuestas a los actuales retos por parte de las entidades educativas que perseveran en la búsqueda de esa integralidad.

Some of the closest links with universities and academics around the world have come from their participation in these International Architecture Seminars, and in this context, the Faculty promote their realization so that our community (students and teachers) have direct participation in the process.

In this opportunity and for the first time, the seminar is organized for the whole Faculty, based on a theme proposed by the Technology Laboratory, "Efficiency and Experience". The chosen theme represents a maximum opportunity to integrate the different areas of the faculty. Nowadays it can be affirmed that a consensus about environmental issues is growing at the level of the inhabitants of the planet. The same however is not the case with regard to climate change, primarily because the position of some economic powers of the world. In this scenario, the XII version of the International Architecture Seminar focuses on artificial materiality, particularly that which arises from the conception and practice of architecture and other designs areas, and which has significant influence on the ecological footprint, with the aim of reconsidering its causes and ultimate effects, its origin and destination, and the ethics of its use. With this international Seminar, the Faculty gives continuity to the University vocation of integrality, demanding new answers to the current challenges posed by educational entities.



The background features a series of translucent, orange-colored wireframe polyhedra, possibly octahedra or similar structures, arranged in a staggered pattern across the lower half of the image. These geometric shapes overlap, creating a sense of depth and complexity.

EFICIENCIA

A white wireframe mesh composed of numerous triangles, forming a complex, undulating surface. The mesh is positioned horizontally across the center of the image, spanning from approximately x=0 to x=887 and y=396 to y=614.

EFFICIENCY

Diego Chavarro
Rodrigo Velasco

INTRODUCCIÓN

La palabra confort es definida por la Real Academia de la lengua Española (RAE) como bienestar o comodidad material. Sin embargo, caben múltiples maneras de entender el bienestar del ser humano, específicamente en relación con los edificios. Hablar de confort en arquitectura desde la eficiencia implica entenderlo desde una perspectiva objetiva relacionada con las mediciones de aspectos térmicos, visuales, acústicos, de humedad o de aire presentes en un espacio particular y su relación con las exigencias humanas estándar, lo que implica medir ciertos atributos físicos de la realidad para proporcionar de manera eficiente tales condiciones dentro de un ambiente específico.

En este sentido, podemos enmarcar la discusión sobre confort en el concepto de arquitectura orientada al desempeño, el cual ha sido expuesto por diferentes autores y con mayor frecuencia durante las últimas dos décadas, particularmente Hensel (2013), quien inicia su discernimiento sobre el concepto de eficiencia utilizando la teoría del Actor-Red (véase Latour, 2005, p. 71), que atribuye a los elementos no humanos el poder de afectar agentes externos. Al aplicar esta teoría a la Arquitectura, se nos cambia la manera de entenderla y pasamos de concentrarnos en el objeto

The word comfort is officially defined as “*A state of physical ease and freedom from pain or constraint*” (Oxford English Dictionary). A specific explanation concerning general human wellbeing in buildings from the perspective of efficiency, however, could be understood from a rather objective and engineering approach as the measurements of thermal, visual, acoustic, humidity or air quality conditions present in a particular space, in contrast to standard human requirements, implying certain physical attributes of the actual building to efficiently provide such conditions while situated within a specific external environment.

In this sense, we can frame the discussion on comfort from the concept of performance-oriented architecture, which has been exposed by different authors and particularly by Hensel (2013), who begins his discernment on the concept of efficiency using the theory of the Actor-Network (Latour, 2005, p. 71), which attributes to the non-human elements, the power to affect external agents. By applying this theory to architecture, we cease to concentrate on the architectural object to focus much more on the relationships and affectations

arquitectónico a enfocarnos mucho más en las relaciones y afectaciones de este con los demás agentes que componen su entorno, a cambiar las metodologías de diseño y a enfocarnos en la medición, en todas las escalas y a través del tiempo, de las afectaciones de la arquitectura con los demás agentes, y a utilizar los datos que arrojen estas mediciones para informar nuestros procesos de diseño y a simular diferentes posibilidades de relaciones para poder desarrollar la solución más eficiente.

Los artículos que componen esta sección han sido desarrollados por académicos y profesionales innovadores en cada una de sus áreas, que trabajan con el objetivo de obtener arquitecturas más eficientes en términos de confort humano, entendiendo este objetivo como fruto de procesos y relaciones particulares, e incorporando labores de medición, simulación y optimización.

En el primer artículo, Salmaan Craig expone los descubrimientos en la ventilación natural en el habitat de las termitas y cómo estos sistemas se podrían replicar en la arquitectura. Wolfgang Kessling, director de Transsolar, empresa consultora en Ingeniería de Clima, en su artículo “(Re) conectando el rendimiento de edificios con la arquitectura tropical”, invita a los diseñadores a incluir diferentes parámetros como radiación térmica y velocidad del aire para alcanzar el confort térmico en las edificaciones. Sukumar Natarajan expone “Avances en confort térmico” donde trata la influencia de la humedad relativa en el confort térmico adaptativo y el potencial que tendría en el diseño estrategias adaptativas de ventilación para el confort térmico en edificios de oficinas en

that it has with/to other agents that make up its environment, we change design methodologies to focus on measurements at different scales and over time, of the effects of the architecture with the other agents, and we start to use the data that these measurements yield to inform our design processes and to simulate different possible relationships in order to develop more efficient solutions.

The articles that make up this section have been developed by academics and innovative professionals in diverse areas, who work with the objective of obtaining more efficient architectures in terms of human comfort, understanding this goal as the result of particular processes and relationships, and incorporating measurement, simulation and optimization tasks.

In the first article, “New Data Reveals Ventilation Patterns Inside Termite Mounds”, Salmaan Craig exposes how natural ventilation from the habitat of termites could be replicated in architecture. Wolfgang Kessling, director of Transsolar, a consulting firm in climate engineering, in his article “(Re) connecting the Performance of Buildings with Tropical Architecture” invites designers to include parameters such as thermal radiation and air speed to achieve comfort thermal in the buildings. Sukumar Natarajan, exhibits “Advances in Thermal Comfort” that deals with the influence of relative humidity on adaptive thermal comfort and the potential that adaptive ventilation strategies would have on the design for thermal comfort in office buildings in

Bogotá. Jacky Bibliowicz presenta una metodología de “Diseño generativo para el confort en la arquitectura” para un espacio de oficinas, y por último Roxelane Guellmiester de Foster and Partners, expone la metodología de “Diseño centrado en el ser humano” desarrollada en su oficina.

■ REFERENCIAS

- Hensel, M. (2013). *Performance-Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment*. London: AD Wiley.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.

Bogotá. Jacky Bibliowicz presents a methodology of “Generative Design for Comfort in Architecture” for an office space and finally, Roxelane Guellmiester of Foster and Partners, exposes the methodology of “Design Focused on the Human Being” developed in his office.

■ REFERENCES

- Hensel, M. (2013). *Performance-Oriented Architecture: Rethinking Architectural Design and the Built Environment*. London: AD Wiley.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.

» NUEVOS DATOS REVELAN PATRONES

DE VENTILACIÓN EN EL INTERIOR DE LOS MONTES DE
TERMITAS – Y SUGIEREN QUE LOS ARQUITECTOS PUEDEN
HACER MUCHO MÁS CON LA MASA TÉRMICA*

NEW DATA REVEALS « VENTILATION PATTERNS

INSIDE TERMITE MOUNDS—AND SUGGESTS ARCHITECTS CAN
DO MUCH MORE WITH THERMAL MASS*

Se erguían a cuatro veces la altura del Burj Khalifa, alojaban una población de las dimensiones de San Francisco y se conectaban a una red de túneles que se extendía por toda la faz del planeta. Cualquier experto en insectos reconocería estas gigantescas torres como las que conformaban el telón de fondo de la novela distópica de Robert Silverberg, *El mundo interior*.

Cuando el libro de Silverberg salió a la luz en 1971, el arquitecto Paolo Soleri ya había roto esquemas en el desierto de las afueras de Phoenix, trabajando con gente local y estudiantes con el fin de llevar su concepto de “arcología”—una fusión entre arquitectura y ecología—, más allá de sus ensayos y dibujos, hacia una forma física experimental. Decepcionado de la expansión urbana, Soleri imaginó ciudades ultra densas, pobladas por millones de gente, y combinó sus textos con exquisitos dibujos de estructuras que asemejaban vastos montes de termitas (Wainwright, 2016). La nueva ciudad de Arcosanti fue su modelo de trabajo para una arcología en el desierto de Arizona. Sin embargo, en el transcurso de su vida, ésta creció hasta tan solo una fracción de la escala que había tenido en mente.

En 1989, cuando el concreto del edificio más reciente de Arcosanti fraguaba lentamente, la construcción de una arcología muy diferente cobraba impulso en las cercanías de Tucson. A diferencia de

They each stood four Burj Khalifas tall, contained a population the size of San Francisco, and plugged into a network of tunnels sweeping the face of the planet. Any bug-boffin would recognize these giant towers, which formed the backdrop to Robert Silverman's dystopian novel *The World Inside*, as termite mounds scaled up to human dimensions.

As Silverman's book hit the shelves in 1971, the architect Paolo Soleri had already broken ground in the desert outside Phoenix, working with locals and students to take his concept of the “arcology”, a fusion of architecture and ecology, beyond essays and drawings into experimental physical form. Disillusioned by suburban sprawl, Soleri imagined ultra-dense cities containing millions of people, and he accompanied his meandering texts with exquisitely drawn organic structures resembling vast termite mounds (Wainwright, 2016). The new town of Arcosanti was his working model of an arcology in the Arizona desert, but over his life, it grew to only a tiny fraction of the scale he had in mind.

In 1989, as the concrete for Arcosanti's most recent building slowly set, the construction of a very different kind of arcology gathered pace up the road outside Tucson. Unlike Arcosanti, which asked how communities can live in harmony with the local environment, Biosphere II, named as a hubristic

* Este artículo apareció originalmente en *Massive*, un sitio web editorial que publica escritos científicos y, más tarde, en *Pacific Standard*, una revista de plataformas múltiples que publica escritos sobre los mayores problemas de la sociedad. <https://massivesci.com/articles/termite-mound-arcology-climate-control/>
<https://psmag.com/environment/future-of-air-conditioning-inside-a-termite-mound>

* This article originally appeared on *Massive*, an editorial site that publishes science stories by scientists, and then on *Pacific Standard*, a multi-platform magazine that publishes stories about society's biggest problems. <https://massivesci.com/articles/termite-mound-arcology-climate-control/>
<https://psmag.com/environment/future-of-air-conditioning-inside-a-termite-mound>

Arcosanti, que planteaba la pregunta sobre la forma en que comunidades podrían vivir en armonía con el entorno local, Biosphere II —nombrada como se-cuela híbristica del planeta tierra— se cuestionaba cuánto tiempo podría gente convivir en el interior de ecosistemas diseñados y cerrados. Plagadas por peleas internas desde el principio y pese a los mejores esfuerzos de Steve Bannon, cuya firma de inversiones bancarias había sido contratada para que resolviera las crecientes dificultades financieras del proyecto, este denominado “planeta en una botella” pronto se descorchó debido a la disminución en los niveles de oxígeno y a los insectos polinizadores.

El término “arcología” puede parecer extraño, pero la idea se filtra en las sombras de la imaginación pública. De cuando en cuando se convierte en más que una metáfora de ficción barata, fugándose de los confines de Hollywood para impulsar las acciones de arquitectos y organizadores de comunidades que piensan que otro mundo es posible, o de científicos y capitalistas de riesgo que sueñan en dejar atrás los problemas de este mundo construyendo eco-comunidades cerradas o trasladándose a Marte.

sequel to planet earth, asked how long people can live inside closed, engineered ecosystems. Plagued by infighting from the start, and despite the best efforts of Steve Bannon, whose investment banking firm was hired to solve the project's mounting financial troubles, this so-called “planet in a bottle” soon uncorked because of declining levels of oxygen and insect pollinators.

The phrase “arcology” may sound alien, but the idea smolders in the shadows of the public imagination. From time to time, it becomes more than a trope of pulp-fiction, escaping the confines of Hollywood to animate the actions of architects and community organizers who think another world is possible, or scientists and venture capitalists who dream of leaving the troubles of this world behind by building gated eco-communities or moving to Mars.

1.



De vuelta a la tierra, las termitas han estado ocupadas desarrollando sus propias arcologías. Sus diseños se han beneficiado de millones de años de ensayo y error y de la ausencia de cualquier inteligencia orientadora, o de la política. Lejos de sistemas cerrados, las arcologías de las termitas no soportan una vivencia de “planeta embotellado”. Por lo contrario, protegen a sus habitantes contra fuertes fluctuaciones ambientales a la vez que les permiten intercambiar energía, materia e información con el mundo externo. De acuerdo con un estudio reciente (King, Ocko, Mahadevan, 2015) —el primero en extraer medidas de flujo de aire de un monte de termitas activo—, la mayor parte del trabajo dispendioso se lleva a cabo utilizando pequeños y fluctuantes gradientes de temperatura, en lugar de las temperaturas altas alcanzadas por combustibles fósiles.

A medida que la crisis del clima global crece, entender las arcologías de la termitas podría tener profundas implicaciones para la arquitectura humana y el control del clima interior. Tal conocimiento podría ayudarnos a desarrollar estrategias nuevas y asequibles para mantenernos frescos y sobrevivir a olas de calor peligrosas sin tener que golpear aparatos de aire acondicionado como si fueran curas enormes. Pero, a diferencia de muchos avances en refrigeración, este nuevo planteamiento no puede ser aislado de otro tipo de asuntos sociales apremiantes, como es cómo reconciliar diferentes tolerancias y expectativas térmicas a la vez que se entretelen poblaciones crecientes en patrones de convivencia, trabajo y vivienda comunitarios.

El estudio fue dirigido por Lakshminarayanan Mahadevan, conocido como Maha en los corredores de Harvard, donde es profesor de matemáticas, aplicadas a la física y la biología. Y lo que atrajo a Maha hacia la ventilación de montes de termitas fue el misterio de la morfogénesis, o cómo crecen dichos montes.

Back on earth, termites have been busy developing arcologies of their own. The designs have benefited from millions of years of trial and error, and the absence of any guiding intelligence or politics. Far from closed systems, termite arcologies do not support “bottled planet” living. Instead, they protect their inhabitants from strong environmental fluctuations while allowing them to exchange energy, matter, and information with the outside world. According to a recent study (King, Ocko, Mahadevan, 2015), the first to take airflow measurements inside a live termite mound, much of the hard work is done using small, fluctuating temperature gradients, instead of the high temperatures reached by burning fossil fuels.

As the global climate crisis heats up, understanding termite arcologies could have profound implications for human architecture and indoor climate control. The knowledge could help us develop new and affordable strategies for keeping cool and surviving dangerous heatwaves, without having to slap on air conditioning units like oversized band-aids. But unlike many technical breakthroughs in cooling, this new blueprint cannot be separated from pressing social questions, such as how to reconcile different thermal tolerances and expectations, while weaving growing populations into new patterns of communal living, working, and dwelling.

The study was led by Lakshminarayanan Mahadevan, known as Maha in the halls of Harvard, where he is a professor of mathematics as it applies to physics and biology. And the thing that drew Maha to mound ventilation was the mystery of morphogenesis, or how termite mounds grow.

Figura 1. Uno de los montes de termitas monitoreado por Hunter King y Sam Ocko (King, Ocko, Mahadevan, 2015).
Fotografía: Hunter King

Figure 1. One of the termite mounds monitored by Hunter King and Sam Ocko (King, Ocko, Mahadevan, 2015).
Photo credit: Hunter King.

■ CONSTRUCCIÓN INSTINTIVA

Es tentador pensar en las termitas como arquitectas y constructoras. Pero construir implica un proyecto, si no en papel o en disco duro, sí en una imagen en la mente de alguien. La inteligencia de enjambre no funciona así. No existe una planeación central, ni un comando de ejecución. Las termitas lo solucionan colectivamente, pero no en términos de trabajo en equipo hacia una meta comunitaria acordada. Siguen a ciegas pistas locales, entre ellas y del entorno. Su comportamiento da forma al monte, el cual a su vez da forma a su entorno, el cual da lugar a su comportamiento. De estas acopladas interacciones, surge de la tierra un monte que es constantemente re-esculpido y restaurado.

Una indicación reguladora del crecimiento parece ser la de los patrones de flujo de aire interno que el monte genera. Este es el tipo de mecanismo de retroalimentación física que Maha famosamente desenmaraña y codifica. Mientras los arquitectos se obsesionan con las formas, Maha se obsesiona con las formaciones: ¿cómo se arrugan los cerebros, ulceran los intestinos y florecen los cristales?

■ INSTINCTUAL CONSTRUCTION

It's tempting to think of termites as architects and builders. But building implies a blueprint, if not on paper or a hard-drive, then a picture in someone's mind. Swarm intelligence doesn't work like that. There is no central planning, no executive command. Termites work it out collectively, but again, not in the sense of teamwork toward a commonly understood goal. They blindly follow local cues from each other and the environment. Their behavior shapes the mound, which in turn shapes their surroundings, which in turn shapes their behavior. Off the back of these coupled interactions, a termite mound ratchets up from the ground, undergoing constant re-sculpting and repair.

One regulating cue for growth appears to be the internal airflow patterns generated by the mound. That's the kind of physical feedback mechanism that Maha famously untangles and codifies. While architects fixate on forms, Maha fixates on formations: how brains wrinkle, guts vilify, and crystals flower.

2.



La ventilación es crucial para la salud general de una arcología de termitas. Ciclos de aire circulan por el interior del complejo expulsando bióxido de carbono, reabasteciendo el oxígeno y reteniendo la humedad para que las termitas no se asfixien, disquen o mueran de hambre (sí, de hambre, porque algunas especies de termitas cultivan hongo en las cámaras subterráneas; inventaron la agricultura mucho antes que los humanos). El ciclo de flujo de aire también puede ser un canal de comunicación, enviando feromonas a través del aire indicando, por ejemplo, una alerta de intrusión o dónde seguir construyendo. Al menos este es el acuerdo general entre los científicos. Pero faltaban los detalles más importantes. En una era de aceleradores de partículas de alta energía y de observatorios de ondas gravitacionales, resulta sorprendente que la toma de medidas dentro de montes de termitas activos resulte ser un gran reto. Nadie había logrado resolver el problema de las termitas que atacan todo lo que penetra sus paredes. Así es que no había un idea definitiva de cómo funcionaba la ventilación de las termitas. ¿Sería impulsada por calentamiento metabólico, brisa constante u oleadas de viento? Todos estos mecanismos implican diferentes patrones de ventilación —y, por consiguiente, diferentes “andamios” para la morfogénesis—.

■ DESMITIFICANDO EL SISTEMA DE “REFRIGERACIÓN, VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO” (HVAC) DE LAS TERMITAS

La hipótesis de ventilación que más convenció a Maha fue desarrollada por el entomólogo de la Universidad de Syracuse, J. Scott Turner, reconocida autoridad en arquitecturas construidas por insectos. La hipótesis de Turner se basa en experimentos realizados con gases trazadores que mostraban cuánto tiempo se demoraba el aire en salir del monte, y por dónde (Turner 2009).

Ventilation is crucial to the overall health of a termite arcology. Air cycles around the interior complex to eject carbon dioxide, replenish oxygen, and retain moisture so that termites don't suffocate, desiccate, or starve. (Yes, starve, because some termite species cultivate a fungus crop in underground chambers; they invented agriculture long before humans.) The airflow cycle may also be a communication channel, conveying airborne pheromones that signal, for instance, intruder alert, or where to continue building.

At least that's the general agreement among scientists. But the all-important details were missing. In an era of high energy particle accelerators and gravitational wave observatories, taking measurements inside live termite mounds turns out to be surprisingly challenging. No one had managed to get around the problem of termites attacking everything that penetrates their walls. So there was no definitive picture of how termite ventilation worked. Could it be powered by metabolic heating, steady breeze, sloshing wind, or beating sun? All of those mechanisms imply different ventilation patterns – and, hence, different ‘scaffolds’ for morphogenesis.

■ DEMYSTIFYING TERMITE HVAC

The ventilation hypothesis that most convinced Maha was developed by Syracuse University entomologist J. Scott Turner, a highly regarded authority on insect-built architectures. Turner's hypothesis was based on experiments with tracer gases that showed how long it took for air to exit a mound, and where (Turner 2009).

Figura 2. Una termita ataca una de las sondas de velocidad de aire hecha por King y Ocko (King, Ocko, Mahadevan, 2015).
Fotografía: Hunter King

Figure 2. A termite attacks one of the air-velocity probes made by King & Ocko (King, Ocko, Mahadevan, 2015).
Photo credit: Hunter King.

Dicho autor consideraba que un monte de termitas era como una especie de pulmón que, en lugar de expandirse y contraerse, utilizaba el golpe del viento como fuerza de bombeo. El viento sopla alrededor del monte, enviando un coletazo turbulento que golpea el lado de sotavento. Este azote externo sucede a ciertas frecuencias, lo cual excita las cámaras, los túneles y las chimeneas interiores. De modo que, si el viento golpea el monte a, digamos, la frecuencia de la nota Do sostenido (C#), las cámaras que comparten dicha frecuencia reaccionarían y comenzarían a golpear a su vez, sacudiendo sus contenidos de arriba abajo o de lado a lado. Esto mezcla el bióxido de carbono estancado —producto del metabolismo de las termitas— y lo traslada de las cámaras subterráneas a la parte superior del monte, por donde es evacuado por difusión a través de la superficie porosa.

Al presentar a un público cautivo de arquitectos en mi clase, el pasado semestre de otoño, Maha explicó cómo había tomado la hipótesis de Turner más o menos por dada. Sin embargo, deseaba obtener más detalles sobre los patrones de flujo reales para poder llegar a una mejor comprensión de la morfogénesis en los montes. Eso implicaba obtener más información. Pero Maha es mucho más brillante frente a un tablero y demasiado ocupado como para realizar trabajo de campo. Aseguró financiación mientras convencía a un graduado de Doctorado, Hunter King, y a un candidato a Doctorado, Sam Ocko, que medir la ventilación de termitas era más interesante que cualquier otro proyecto que pudieran tener en mente. Viajarían a Bangalore, India, donde colegas locales asegurarían acceso, en terrenos de la universidad, a montes creados por especies cultivadoras de hongo.

He thought of a termite mound as a kind of lung that, instead of expanding and contracting, uses buffeting wind as a pumping force. Wind flows by the mound, flicking a turbulent tail that sloshes at the leeward side. This external sloshing happens at certain frequencies which excite the internal chambers, tunnels, and chimneys. So if the wind buffets the mound at, say, note C#, chambers sharing that frequency would react and start sloshing, too, moving their contents up and down or side to side. This mixes up the stagnant carbon dioxide – a product of termite metabolism – and moves it from underground chambers to the top of the mound, where it exits by diffusion through the porous shell.

Presenting to a rapt audience of architects in my class this past fall, Maha explained how he had taken Turner's hypotheses more or less for granted. Yet he wanted more detail about the actual flow patterns, so he could get a better understanding of mound morphogenesis. That meant getting data. But Maha is far too brilliant with a blackboard, and far too busy to get out in the field. He secured funding while convincing a postdoc, Hunter King, and a PhD candidate, Sam Ocko, that measuring termite ventilation was more interesting than any other projects they might have in mind. They would travel to Bangalore, India, where local colleagues would secure access on university grounds to mounds made by a particular fungus-cultivating species.

Figura 3. Estructura de la ventilación interna de un monte de termita, revelada mediante el uso de yeso.
Fotografía: Hunter King

Figure 3. *The internal ventilation structure of a termite mound, as revealed by a cast.*
Photo credit: Hunter King.



3.

Sam y Hunter diseñaron una sonda que pudiera medir hasta las más ligeras fluctuaciones del flujo de aire, graduándola para velocidades mínimas del orden de milímetros y centímetros por segundo. Si la exactitud es ausencia de error y la precisión, nivel de detalle, ellos se esmeraron en obtener resultados muy precisos, si bien no del todo exactos. Eso era todo lo se requería para poner a prueba la hipótesis de Turner. Una vez asegurado el rango de números pequeños, lo que importaba era obtener lecturas que demostraran oscilación para luego poder detectar el zarandeo interior y correlacionarlo con el golpe del viento.

En una conversación telefónica, Hunter recordó su llegada, en compañía de Sam, al Instituto de Tata, en Bangalore, y su paseo por los campos y bosques conservados por la Universidad de Ciencias Agrícolas. Su guía los previno contra la inserción de sondas en los montes de termitas por temor a que esto pudiera agitar a las cobras durmientes. Disponían de poco más de un mes para determinar un procedimiento de prueba que arrojara datos confiables. Perforar con taladro manual e insertar un dedo parecía la única manera práctica de hallar conductos cercanos a la superficie en cualquiera de los contrafuertes, característicos de los montes construidos

Sam and Hunter designed a probe that could measure very slight fluctuations in airflow, tuning it for very low velocities in the order of millimeters and centimeters per second. If accuracy is the absence of error, and precision is the level of detail, they worked on getting an output that was very precise, but only somewhat accurate. That's all they needed to test Turner's hypothesis. Once securely in the range of small numbers, all that mattered was a reading showing oscillation. Then they could detect internal sloshing and correlate it to buffeting wind.

Talking over the phone, Hunter remembers arriving at the Tata Institute in Bangalore with Sam, and walking through fields and forests managed by the University of Agriculture Sciences. Their chaperone warned against sticking probes into termite mounds, for fear of agitating sleepy cobras. They had a month or so to figure out a testing procedure that would produce some reliable data. Hand drilling a hole and inserting a finger seemed like the only practical way of finding conduits near the surface, in any one of the external buttresses characteristic of mounds built by the termite species *Odontotermes obesus*. After a few days of wandering

por la especie de termitas *Odontotermes obesus*. Después de unos días de recorrido por el lugar, haciendo un mapa mental de la constelación de torres de tamaño humano, el guía dejó a los dos científicos por su cuenta.

■ SONDAS Y TERMITAS DESENFRENADAS

Todos los días se levantaban, abandonaban el campus, se iban de excursión y examinaban tal o cual monte, ensayando uno u otro método de inserción. Descubrieron cosas imposibles de determinar de antemano, como el tiempo que dura la sonda en posición antes de ser obstruida o dañada por termitas desenfrenadas. Sus sondas funcionaban, pero no arrojaban la información esperada. Con el transcurso de las semanas, Sam empezó a entrar en pánico. Hunter, como todo buen experimentador, sabía que las cosas rara vez resultan en el primer intento, pero quizás debía haber entrado en pánico también. ¿Dónde estaban las oscilaciones de flujo de aire características que tanto ellos como la mayoría de los científicos esperaban hallar? Cuando el tiempo asignado en India llegó a su fin, regresaron al laboratorio de Maha para sumergirse de nuevo en los datos.

Con el beneficio de una leve toma de distancia y la insulsa comodidad de la luz LED en un interior con climatización controlada, observaron en los datos algunos patrones, lo cual contradecía la hipótesis de Turner. ¿Podría el flujo ser suave y constante en lugar de entrecortado y transitorio? Desempolvaron otras hipótesis más antiguas de la literatura. Si el flujo de aire interior era constante, quizás era impulsado por medio de una suave succión del viento que pasa sobre la punta del monte, por la flotabilidad térmica causada por el trabajo de las termitas o por el sol abrasador.

Sam y Hunter trabajaron pacientemente a lo largo del siguiente año, rediseñando su sonda para que midiera el flujo constante de manera apropiada. No fue tarea fácil, como podrán constatar al leer entre líneas el apéndice técnico de su artículo (King, Ocko, Mahadevan, 2015). Las oleadas de flujo pueden ser detectadas por una señal eléctrica oscilante, medida por un termistor: una diminuta perla de vidrio con un hilo caliente que conduce un mayor o menor nivel de electricidad, dependiendo de cuán fría permanece en una corriente de aire. Pero para detectar un flujo constante se requería de tres termistores de disparo individual,

around, mentally mapping the constellation of human-height towers, the chaperone left the two scientists to their own devices.

■ PROBES AND RAMPAGING TERMITES

Every day they got up, left campus, and went on an excursion, trying this mound, that insertion method. They figured out things impossible to know beforehand, such as how long the probe could linger before being clogged or damaged by rampaging termites. Their probes worked, but they weren't getting the data they expected. As the weeks went by, Sam started to panic. Hunter, like any good experimentalist, knew how rarely things worked first time around, but he probably should have been panicking, too. Where were the signature airflow oscillations that they, and most termite scientists, expected to find? When their allotted time in India ran out, they returned to Maha's lab to pore over the data once more.

With the benefit of a little distance and the bland comfort of LED light in a climate-controlled interior, they saw some patterns in the data, which seemed to contradict Turner's hypothesis. Could the flow be smooth and steady instead of choppy and transient? They dusted off older hypotheses in the literature. If the internal airflow was steady, perhaps it was powered by smooth suction from wind streaming past the tip of the mound, or by thermal buoyancy from working termites or baking sunshine.

Sam and Hunter worked patiently over the next year, redesigning their probe so it could properly measure steady flow. It was no mean feat, as you can tell by reading between the lines of the paper's technical appendix (King, Ocko, Mahadevan, 2015). Sloshing flow can be detected by an oscillating electrical signal, as measured by a thermistor, a tiny glass bead with a hot wire that conducts more or less electricity depending on how cool it keeps in an airstream. But detecting steady flow required three thermistors, firing individually and arranged in a row, to know if air was moving up or down, or if it was moving at all. Hunter and Sam sent a pulse of electricity to the middle bead to generate a plume of warm air, which excited the neighboring beads unequally. Now they could compare the signals,

dispuestos en línea, para saber si el aire se movía hacia arriba o abajo, o si había movimiento alguno. Hunter y Sam aplicaron un impulso eléctrico en la perla central con el fin de generar una estela de aire, lo cual estimulaba las perlas aledañas de manera desigual. Ahora podían comparar las señales, sustraer el efecto de autocalentamiento y determinar la fuerza y dirección de la corriente de aire del fondo.

Sam y Hunter regresaron a Bangalore con más experiencia, mejor equipados, pero aún sin una idea clara de lo que encontrarían. Incluso si lograban detectar un flujo constante, no era claro cuál sería la fuerza impulsadora. Conjeturaron que lo más probable sería el calentamiento metabólico. Tomanon medidas en el bosque, donde los montes estaban protegidos del sol y resguardados del viento. En efecto, detectaron flujos constantes en todos los montes estudiados.

La hipótesis de Turner era probablemente errónea, pero ¿qué operaba en su lugar? Graficaron los datos como función de tiempo y observaron que el flujo se dirigía hacia arriba durante el día y hacia abajo en la noche. Parecía seguir la oscilación de la temperatura ambiente en lugar del calentamiento metabólico causado por las termitas (que nunca duermen). Sam y Hunter cruzaron miradas cuando la explicación fue tomando forma en sus mentes. Ahí estaba. El mecanismo de ventilación. Mirándolos de frente desde la pantalla... y estaba más estrechamente vinculado a la forma material que lo que ellos, o cualquiera de sus pares, se habían atrevido a imaginar.

Esta es la explicación en pocas palabras: la temperatura del exterior, que sube y baja en el transcurso de un día, activa térmicamente el monte, impulsando la ventilación. De nuevo, develada: durante el día, la masa periférica se calienta mientras que la masa central permanece fría. Esto establece un gradiente de temperatura. El aire que ocupa el circuito interior de chimeneas y cámaras responde a un gradiente de temperatura; se eleva en la periferia, cae en el centro. De noche, el gradiente se invierte. Y así mismo, por consiguiente, el ciclo de ventilación.

El bióxido de carbono producido en las cámaras subterráneas es desalojado por el flujo de ventilación y sale a través del material, por la base y la

subtracción del efecto de self-heating, y determinar la fuerza y dirección de la corriente de fondo.

Sam y Hunter regresaron a Bangalore más experimentados, mejor equipados, pero still sin una clara idea de lo que encontrarían. Incluso si lograban detectar un flujo constante, no era claro cuál sería la fuerza impulsadora. Conjeturaron que lo más probable sería el calentamiento metabólico. Tomanon medidas en el bosque, donde los montes estaban protegidos del sol y resguardados del viento. Sure enough, they detected steady flows in all of the mounds they measured.

Turner's hypothesis was probably wrong, but what was working in its place? They plotted the data as a function of time, and saw the flow going up during the day, and down during the night. It seemed to follow the ambient temperature swing, rather than metabolic heating from termites (who never sleep). Sam and Hunter's eyes locked as the explanation slowly dawned on them. There it was, the mechanism for ventilation, staring back at them from the screen, and more tightly bound to the material form than they or any of their peers had dared to imagine.

Here's the explanation in a nutshell: the outside temperature, swinging up and down over the course of a day, thermally activates the mound, powering the ventilation. Here it is again, nutshell unpacked: during the day, the peripheral mass heats up, while the core mass stays cool. This sets up a temperature gradient. Air, filling the interior circuit of chimneys and chambers, responds to the temperature gradient; it rises at the periphery, falls at the core. At night, the temperature gradient flips. So, therefore, does the ventilation cycle.

Carbon dioxide, produced in underground chambers, gets swept up in the ventilation conveyor belt and exits through the material at the base and tip the mound, where pores allow it to diffuse out. Oxygen enters at the same locations. Not much moisture escapes. The mound is made from granules of earth, bound by termite saliva, tightly or loosely, depending on placement. The material, distributed through the mound, dampens the temperature wave as it swings to and from periphery to core. The kind of earth

cima del monte, donde los poros permiten su difusión hacia el exterior. El oxígeno penetra por los mismos sitios. Poca es la humedad que escapa. El monte está hecho con gránulos de tierra, ligera o fuertemente apelmazados por la saliva de las termitas, dependiendo de su ubicación. El material distribuido dentro del monte humedece la ola de temperatura mientras ésta oscila de un lado a otro, de la periferia hacia centro. El tipo de gránulos de tierra no es de mayor importancia; en términos térmicos, son similares en todo el mundo.

■ RESUELTO EL ENIGMA

Sam y Hunter le escribieron a Maha, aunque ya sabían exactamente lo que debían hacer: reproducir sus hallazgos. Durante una serie de excursiones realizadas en veinticuatro horas, hicieron caminatas aleatorias a través de la constelación de torres que tan bien conocían. Quince minutos para montar el equipo, cinco minutos por lectura, una lectura por monte, nunca el mismo monte dos veces, siempre un contrafuerte de cara a una orientación diferente. Querían estar seguros de que la ventilación siguiera el mismo patrón en cualquier contrafuerte, en cualquier momento determinado. Hacia arriba durante el día. Hacia abajo durante la noche. La tendencia fue siempre la misma.

En una de las excusiones, Sam y Hunter hallaron un monte muerto, perfectamente intacto. Ahora podían medir la temperatura del centro, así como la de los contrafuertes, de una manera continua en el tiempo. La temperatura del centro permaneció estable, mientras que la de los contrafuertes se calentaba y enfriaba en sincronía con las oscilaciones ambientales. El aire soplaban en ciclos, como se esperaba, invirtiéndolos dos veces al día, en la mañana y en la noche.

Una de las últimas noches, antes de su regreso a casa, Hunter se ofreció voluntariamente para monitorear los niveles de bióxido de carbono de un monte, cada quince minutos durante veinticuatro horas. Anticipaba la detección de la inversión característica. El ciclo de flujo de aire debía pausar antes de cambiar de dirección, ocasionando la acumulación momentánea de los niveles de gas carbónico en las cámaras subterráneas.

granules don't matter much; they are similar around the world, thermally speaking.

■ CONUNDRUM SOLVED

Sam and Hunter emailed Maha, but they already knew exactly what to do: replicate their findings. Over a series of excursions lasting 24 hours, they took random walks through the constellation of towers they now knew so well. 15 minutes to set up, five minutes per reading, one reading per mound, never the same one twice, always a buttress facing a different orientation. They wanted to be sure that ventilation followed the same pattern in any buttress at any given time. Up during the day. Down at night. The trend was always the same.

On one excursion, Sam and Hunter found a dead mound, perfectly intact. Now they could measure the temperature of the core as well as the buttresses, continuously over time. The core temperature stayed stable, as the buttresses heated and cooled in sync with the ambient swing. The air cycled round as expected, flipping twice a day, morning and night.

On one of the last evenings before they were due to fly home, Hunter volunteered to monitor carbon dioxide levels in one mound, every 15 minutes, over 24 hours. He anticipated detecting the signature flip. The airflow cycle should pause before switching direction, causing carbon dioxide levels in the underground chamber to accumulate momentarily.

Once the airflow gets going again, the extra carbon dioxide should get puffed up the chimney, causing the sensor to spike. Deliriously tired, eaten alive by mosquitos and who knows what else, and with all his flashlights long dead and Sam offline, Hunter finally observed the spike. It only happened at night, because the airflow didn't give a strong enough kick during the day. But nevertheless, it was the final piece of the puzzle. They knew how the air flowed around the interior complex, what powered the cycle, and how stale air was purged.



4.

Al reanudarse el flujo de aire, el bióxido de carbono restante debería ser soplado hacia arriba por la chimenea, haciendo que el sensor indique un pico. Cansado hasta el delirio, devorado en vida por los mosquitos y quién sabe qué otros bichos, con sus linternas sin batería y Sam no conectado en línea, Hunter finalmente observó el pico. Sólo sucedió durante la noche, porque el flujo de aire no golpeó con suficiente fuerza durante el día. No obstante, esta era la última pieza del rompecabezas. Sabían cómo fluía el aire en el complejo interior, qué impulsaba el ciclo y cómo era expulsado el aire viciado.

The following year, Hunter and Sam repeated the experiment in Namibia (Ocko *et al.*, 2017), with mounds that were taller and without buttresses or shade from trees. Just like in India, they failed to get readable data on the first trip and found the same thermal pumping mechanism on the second trip – but with an extra flourish. As the sun scanned the surface of the mound in the early morning and late afternoon, it heated the conduits directly under its beam, forcing those updrafts to dominate, and the chutes on the opposite side to draft down. Normal service resumed when the sun rose directly overhead or fell below the horizon.

Figura 4. Imagen 4. Uno de los montes de termitas monitoreado por King y Ocko (King, Ocko, Mahadevan, 2015).
Fotografía: Hunter King.

Figure 4. One of the termite mounds monitored by King & Ocko (King, Ocko, Mahadevan, 2015).

Photo Credit: Hunter King

Al año siguiente, Hunter y Sam repitieron el experimento en Namibia, África (Ocko, *et al.*, 2017), con montes de mayor altura que no presentaban contrafuertes, ni se estaban cobijados por los árboles. Como en India, no lograron recoger datos legibles durante su primer viaje; en el segundo, hallaron el mismo mecanismo de bombeo térmico, pero con una floritura de más. En la medida en que el sol escaneaba la superficie del monte —temprano en la mañana y al final de la tarde—, calentaba los conductos directamente expuestos a su rayo, haciendo que las corrientes ascendentes predominaran y que las corrientes de los canales del lado opuesto soplaran hacia abajo. El comportamiento normal se reanudaba cuando el sol tomaba su posición de mediodía y cuando se oculaba tras el horizonte.

Pese a mi muda desesperación, incluyeron “energía solar” en su título. Es cierto que el sol desempeña un papel al añadir un nuevo patrón de flujo, pero con seguridad la ventilación funciona también en un día nublado. El editor de noticias de la revista, al escribir una reseña sobre el estudio (Knight, 2017), sugirió equivocadamente que el monte era impulsado únicamente por el sol y que éste era el mismo mecanismo hallado en India. Aquellas mediciones, recuerden, se tomaron a la sombra de un oscuro bosque de teka.

Una fuente de energía externa, como el viento o el sol, es más accesible a la imaginación que algo impulsado internamente, como lo es el calentamiento metabólico o una oleada de temperatura que recorra la forma material. Luché todos los días contra este bloqueo mental, dando clases a estudiantes o trabajando con profesionales que deberían estar más informados. Por ejemplo, la gente insiste en que un edificio en el que estoy trabajando con la Empresa de Desarrollo Urbano, EDU (EDU y Craig, 2017) tiene una chimenea solar. Sin embargo, estamos diseñando la chimenea para que opere con o sin sol, utilizando el calor de los ocupantes, los computadores y la iluminación.

■ UN MODELO CON POTENCIAL

Conocí a Hunter después de dar una presentación sobre edificios y paredes que respiran (Craig y Grinham, 2017) en la Universidad de Akron, en marzo. Yo no sabía que él se había trasladado ahí, ni que estaba entre el público. Concluí haciendo

To my muted despair, they used the phrase “solar-powered” in the title. It’s true that the sun plays a role, adding a new flow pattern, but surely the ventilation still works on a cloudy day. The journal news editor, writing a summary feature about the study (Knight, 2017), wrongly suggested that the mound was powered solely by the sun and that this was the same mechanism found in India. Those measurements, remember, were taken in the shade of a dark, teak forest.

An externally imposed power source, like the wind or the sun, is more accessible to the imagination than something internally driven, such as metabolic heating, or a temperature wave coursing through the material form. I deal with this mental block daily, teaching students or working with professionals who should know better. For example, people insist that a building I’m working on with EDU (EDU & Craig, 2017) has a solar chimney. But we’re designing the chimney to work whether the sun is out or not, using heat from occupants, computers, and lighting.

■ A MODEL WITH POTENTIAL

I met Hunter after giving a presentation on breathing buildings and breathing walls (Craig & Grinham, 2017) at the University of Akron in March. I didn’t know he had moved there, or that he was in the audience. I had concluded by talking about his work in India, fumbling at a synopsis, trying to explain its significance to human arcological design. For me, their discovery shows we have never fully understood the potential of an age-old method of interior

referencia a su trabajo en India, intentando resumirlo y explicando su importancia para el diseño arcológico humano. Para mí, su descubrimiento demuestra que no hemos entendido del todo el potencial de un método de control climático interior muy antiguo: la escultura de masa y espacio. Debemos intentar reabrir el camino del desarrollo donde la producción de aires acondicionados es clausurada. Imaginen que sólo necesitáramos formas masivas, sintonizadas con las oscilaciones de temperatura exterior, para poder controlar la ventilación, la temperatura y la humedad.

Después de la conferencia, Hunter y yo conversamos sobre el estudio en África, que él ya tenía listo para su revisión por pares. Entonces, dijo algo que me dejó boquiabierto. Hasta el momento en que asistí a mi presentación, había ya desecharado la idea de que los montes de termitas eran analogías útiles para la ventilación en edificios, porque toda habitación de todo edificio parece tener la temperatura ajustada a un mismo nivel. Y si los humanos no han de tolerar los gradientes de temperatura, nunca llegarán a tener una ventilación gratuita.

Pero ahora sabe que los edificios “de molde” no son los únicos. En los edificios corporativos, los estándares de confort térmico tampoco están equitativamente calibrados; ni siquiera para los trabajadores de cuello blanco (Lygate, 2015). Y no sólo los edificios costosos de los países ricos necesitan abandonar el uso de combustibles fósiles. La balanza se inclinará en las zonas sub-tropicales y de latitudes medias del mundo, donde habita la mayoría de la gente, nace el mayor número de personas, y más población formará parte de la clase media.

Podríamos dominar los tecnicismos sobre cómo funcionan los montes de termitas y hacer los cálculos que demuestren cómo los esquemas de ventilación se aplican a edificios reales. Pero a menos que tomemos la oportunidad de repensar la vida y el trabajo en comunidad, el esfuerzo será en vano. ¿Quiénes tolerarían gradientes de temperatura en sus edificios? Los individuos atomizados, probablemente no, pero las comunidades híbridas, para quienes las actividades están programadas de acuerdo con las necesidades térmicas, quizás sí. En la medida en que las ciudades crecen y se densifican, el trabajo y la vivienda tendrán que reconciliarse bajo techos compartidos.

climate-control: the sculpting of mass and space. We must try to pick up the trail of development where commodity air-conditioning shut it down. Imagine needing only massive forms, tuned to outside temperature oscillations, to control ventilation, temperature, and humidity.

After the lecture, Hunter and I spoke about the African study, which he had ready for peer review. Then he said something that made my jaw drop. Up until seeing my presentation, he had given up on termite mounds being useful analogies for ventilation in buildings, because every room in every building seems to have the same set-point temperature. And if humans won't tolerate temperature gradients, they'll never get their ventilation for free.

But now he knows that cookie-cutter buildings aren't the only kind. The thermal comfort standards of corporate buildings aren't even equitably calibrated among white-collar workers (Lygate, 2015). And expensive buildings in rich countries are not the only buildings that need weaning off of fossil fuels. The balance will tip in sub-tropical and mid-latitude areas of the world, where most people live, most people will be born, and most people will enter the middle class.

We could master the technicalities of how termite mounds work and do the math showing how the ventilation schemes scale up to real buildings. But unless we take the opportunity to rethink communal living and working, the effort could all go to waste. Who will tolerate temperature gradients inside their buildings? Atomized individuals, probably not, but hybrid communities, for whom activities are programmed according to thermal needs, perhaps. As cities grow and densify, big arcologies, for better or worse, become inevitable. Different patterns of living, working, and dwelling will have to be reconciled under shared roofs.

Para desconectarse de motores de combustión, los edificios tendrían que convertirse en motores —un tipo de motor térmico sencillo que opere por medio de gradientes de temperatura pequeños y fluctuantes—. En este paradigma, la termodinámica gobierna y la forma y la masa importan; entre tanto, la cultura y las políticas del espacio compartido no pueden ser ignoradas.



So to unplug from combustion engines, buildings may have to become engines themselves – a simple kind of thermal engine, operating on small, fluctuating temperature gradients. In this new paradigm, thermodynamics rule, and form and mass matter – while the culture and politics of shared space can't be ignored



■ REFERENCIAS

Craig, S., y Grinham, J. (2017). Breathing walls: The design of porous materials for heat exchange and decentralized ventilation. *Energy and Buildings*, 149, 246-259. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817300476>

Empresa de Desarollo Urbano, EDU y Craig, S. (2017, junio 9). How to Design a “Building that Breathes”: A Sustainable Case Study of Colombia’s EDU Headquarters. *ArchDaily*. Disponible en: <https://www.archdaily.com/872018/how-to-design-a-building-that-breathes-a-sustainable-case-study-of-colombias-edu-headquarters>

King, H., Ocko, S., y Mahadevan, L. (2015). Termite mounds harness diurnal temperature oscillations for ventilation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(37), 11589-11593. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/112/37/11589>

Knight, K. (2017). Termite mound lungs driven by solar power. *Journal of Experimental Biology*, 220(18), 3195-3195. Disponible en: <http://jeb.biologists.org/content/220/18/3195.1>

Lydgate, A. (2015, agosto 3). Is your thermostat sexist? *The New Yorker*. Disponible en: <https://www.newyorker.com/tech/elements/is-your-thermostat-sexist>

■ REFERENCES

Craig, S., & Grinham, J. (2017). Breathing walls: The design of porous materials for heat exchange and decentralized ventilation. *Energy and Buildings*, 149, 246-259. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817300476>

Empresa de Desarollo Urbano EDU & Craig, S. (2017, June 9th) How to Design a “Building that Breathes”: A Sustainable Case Study of Colombia’s EDU Headquarters. *ArchDaily*. <https://www.archdaily.com/872018/how-to-design-a-building-that-breathes-a-sustainable-case-study-of-colombias-edu-headquarters>

King, H., Ocko, S., & Mahadevan, L. (2015). Termite mounds harness diurnal temperature oscillations for ventilation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(37), 11589-11593. <http://www.pnas.org/content/112/37/11589>

Knight, K. (2017). Termite mound lungs driven by solar power. *Journal of Experimental Biology*, 220(18), 3195-3195. <http://jeb.biologists.org/content/220/18/3195.1>

Lydgate, A. (2015, August 3rd). Is your thermostat sexist? *The New Yorker*. <https://www.newyorker.com/tech/elements/is-your-thermostat-sexist>

- Ocko, S. A., King, H., Andreen, D., Bardunias, P., Turner, J. S., Soar, R., y Mahadevan, L. (2017). Solar-powered ventilation of African termite mounds. *Journal of Experimental Biology*, 220(18), 3260-3269. Disponible en: <http://jeb.biologists.org/content/220/18/3260>
- Turner, J. S. (2009). The extended organism: the physiology of animal-built structures. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Wainwright, O. (2016, mayo 4). Story of cities #35: Arcosanti – the unfinished answer to suburban sprawl. *The Guardian*. Disponible en: <https://www.theguardian.com/cities/2016/may/04/story-cities-35-arcosanti-paolo-soleri-desert>
- Ocko, S. A., King, H., Andreen, D., Bardunias, P., Turner, J. S., Soar, R., & Mahadevan, L. (2017). Solar-powered ventilation of African termite mounds. *Journal of Experimental Biology*, 220(18), 3260-3269. <http://jeb.biologists.org/content/220/18/3260>
- Turner, J. S. (2009). The extended organism: the physiology of animal-built structures. Harvard University Press.
- Wainwright, O. (2016, May 4th). Story of cities #35: Arcosanti – the unfinished answer to suburban sprawl. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/cities/2016/may/04/story-cities-35-arcosanti-paolo-soleri-desert>
- Salmaan Craig, es profesor asistente en la Universidad de McGill. Su investigación tiene como objetivo principal limitar las emisiones de carbono en latitudes medias y regiones tropicales, donde la clase media se ha incrementado y sigue creciendo, trayendo con esto el uso de tecnologías que producen emisiones y pésimos edificios, como el uso del aire acondicionado. Sus investigaciones varían desde utilizar los principios del diseño de turbinas para el desarrollo de nuevos materiales de construcción hasta hacer hielo en el desierto expulsando calor al espacio exterior.
- Antes de unirse a McGill, fue profesor en Harvard, en el Graduate School of Design, donde dictó varios seminarios sobre ventilación natural y el diseño de innovadores sistemas de envolventes para la termorregulación de edificios, trabajó en el Specialist Modeling Group en Foster + Partners en proyectos como la sede de Bloomberg en Londres, el Apple Campus en Cupertino y la torre eólica en el Instituto Masdar en Abu Dhabi. Craig, fue también ingeniero de fachadas en Buro Happold, donde pasó la mayor parte de su tiempo trabajando en la cúpula del Museo del Louvre de Abu Dhabi.

Wolfgang Kessling
(Transsolar), ALEMANIA

» (RE)CONECTANDO EL
RENDIMIENTO

DE EDIFICIOS CON LA ARQUITECTURA TROPICAL

(RE)CONNECTING «
BUILDING

PERFORMANCE WITH TROPICAL ARCHITECTURE

■ PARTE 1

La comunidad global busca alternativas realistas para reducir el uso de combustibles fósiles. El vasto crecimiento del sector de la construcción será una de las mayores preocupaciones de los próximos veinticinco años. Entre 2010 y 2030, 84 mil millones de m² de edificios, nuevos y renovados, serán construidos en ciudades alrededor del mundo. Esto equivale a reconstruir tres veces y media la totalidad del volumen de edificios en Estados Unidos. Casi el 60 % del desarrollo global sucederá en Asia, cerca del 9 % en Latinoamérica y la mayoría de dichos edificios nuevos se construirán en climas tropicales cálidos y húmedos (McKinsey Global Institute, 2015). Para mantener el tipo de condiciones interiores que hemos aprendido a esperar universalmente, los edificios requieren de un insumo masivo de energía. La forma en que definimos la comodidad desempeña un papel importante en esto. ¿Qué sucede si cuestionamos dicha definición? ¿Serán los objetivos tradicionales de refrigerar y acondicionar los espacios los únicos modos de alcanzar el confort térmico?

Existe el mito de que el diseño ecológico tropical se opone a la calidad arquitectónica, basado en la creencia de que el rendimiento de edificios puede ser logrado independiente de la forma arquitectónica. El origen de esto se puede rastrear al surgimiento del aire acondicionado en los trópicos. Se presentaron algunos obstáculos causados por la crisis petrolera y el aumento en costos de energía, lo cual llevó a establecer códigos de construcción en algunos sitios que buscaban limitar la debilidad en el diseño de envolventes. Las subsiguientes mejoras en la eficacia de los sistemas de refrigeración y ventanas, y la sucesión de estilos y movimientos arquitectónicos, dieron libertad a los arquitectos para que imaginaran la forma sin tener

■ PART 1

The global community is searching for realistic options to reduce the use of fossil fuels. The vastly growing building sector will be one of the major concerns in the next 25 years. Between 2010–2030, 84 billion m² of new and rebuilt buildings will be constructed in cities worldwide. That is the equivalent to the rebuilding of the entire US building stock three and a half times over. Nearly 60% of global development will occur in Asia, about 9% in Latin America, and most of these new buildings will be constructed in tropical, warm and humid climates (McKinsey Global Institute, 2015). In maintaining the type of indoor conditions, we have learned to universally expect, buildings require massive energy inputs. The way we define comfort plays a significant role in this. What if we challenge this definition? Are the conventional targets to cool and condition spaces the only way to achieve thermal comfort?

There is a myth that Green tropical design is at odds with architectural quality premised on the belief that building performance can be delivered independently of architectural form. This can be traced back to the advent of air conditioning in the tropics. There was some pushback triggered by oil crisis and increasing energy cost which led to building codes in some places that sought to limit weakness in envelope design. Subsequent improvements to the efficiency of cooling systems and envelope glazing, plus the succession of architectural styles and movements freed architects to imagine form without worrying too much about daylight and ventilation. Form and energy have become, for the most part, independent discussions. Architectural styles became copied from moderate

que preocuparse demasiado por la luz natural y la ventilación. Forma y energía se convirtieron, en gran parte, en temas independientes. Los estilos arquitectónicos pasaron de los climas de altas latitudes a ser copiados para los trópicos, con base en la idea de que el diseño de fachadas puede ser concebido independiente del clima local. El Movimiento Ecológico, por ejemplo, ha posibilitado que un edificio obtenga una certificación Platino sin mayor compromiso de la arquitectura. Una reducción de treinta a cuarenta por ciento en energía —la requerida para una certificación de alto nivel— puede obtenerse, por el momento, a través de la adquisición de sistemas de eficiencia energética, refrigeradores, luces, etc. (Kishnani, 2017). De modo que la responsabilidad de ofrecer confort térmico y calidad del aire interior fue delegada por parte de la arquitectura a los llamados sistemas mecánicos innovadores. Esto es más evidente en los edificios altamente acristalados y corporativos, donde el presupuesto para sistemas mecánicos puede llegar a absorber hasta cuarenta por ciento del costo de la construcción.

¿Estarán los arquitectos pasando por alto la oportunidad de (re)apropiarse del diseño y el funcionamiento de sus edificios? A modo de argumento contundente, para que la arquitectura tropical se adecue al clima, necesitamos revisar la forma en que se define y suministra el confort.

» INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE EL AIRE ACONDICIONADO CONVENCIONAL

Es práctica habitual, en muchos países tropicales, diseñar edificios con aire acondicionado que operan a temperaturas de 22°C a 24°C durante todo el año, cumpliendo con las rigurosas especificaciones establecidas en los Estándares de Confort Térmico de la ASHRAE 55, ISO 7730, EN 15251 o en otros estándares derivados locales. Estos estándares de confort térmico se sustentan en un modelo de equilibrio térmico desarrollado en la década de 1970 para espacios con aire acondicionado. Los estándares derivados "Static" tienden a preferir temperaturas menores y velocidades de aire bajas, como las logradas por medio de técnicas de aire acondicionado convencionales. Como respuesta a los requerimientos puestos por sistemas de aire-acondicionado para mantener bajas temperaturas y evitar pérdidas, estos edificios se diseñan aislados del entorno y no aprovechan las condiciones exteriores favorables disponibles. Las fachadas son cerradas y se

climate to the tropics, premised on the belief that façade design can be imagined to be independent from the local climate. The Green movement has made it possible for a building to be platinum-rated without deep engagement of architecture. Thirty to forty percent reduction in energy – required for top tier certification – can be attained, for now, through procurement of energy efficient systems, chillers, lights, etc. (Kishnani, 2017). So the responsibility for thermal comfort and indoor air quality became delegated from architecture to so called innovative mechanical systems. This is most noticeable for highly glazed and corporate buildings, where the budget to mechanical systems can absorb up to forty percent of the construction cost.

Are architects missing the opportunity to take (back) ownership of the design and performance of their buildings? To raise a strong argument for tropical architecture to suit the climate we need to revisit the way how comfort is defined and delivered.

» THE BASICS OF CONVENTIONAL AIR CONDITIONING

Common practice in many tropical countries is to design air conditioned buildings that operate at 22 °C to 24 °C all year, satisfying the stringent specifications outlined in the established Thermal Comfort Standards of ASHRAE 55¹, ISO 7730², EN 15251³ or other locally derived standards. These thermal comfort standards are underpinned by a heat balance model developed in the 1970s for air conditioned spaces. The derived 'static' comfort standards tend to prefer lower temperatures and low air speeds as achieved with conventional air-conditioning techniques. As a consequence of

¹ASHRAE Standard 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE.

²ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment. International Organization for Standardization

³EN 15251. Indoor Environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings. European Norm.

considera que la ventilación natural entra en conflicto con el aire acondicionado.

» LA TEMPERATURA DEL AIRE NO ES CONFORT

Sin embargo, como fue desarrollado en climas de latitud media, se hallaron discrepancias sistemáticas cuando se aplicó en zonas más cálidas. El modelo de equilibrio térmico no explica completamente las condiciones de confort experimentado en edificios de ventilación natural combinados con velocidades de aire altas (de Dear, 2011). Los modelos de confort adaptativo, desarrollados con base en extensos estudios de campo en climas tropicales y subtropicales, sugieren que las temperaturas y la humedad de rangos extensos son aceptables, especialmente si se combinan con velocidades de aire altas (Humphreys, Nicol y Roaf, 2016). El confort adaptativo ofrece la misma comodidad, pero con menor dependencia de los sistemas mecánicos.

» DISEÑO CON VELOCIDADES DE AIRE ELEVADAS

En los trópicos se utilizan, desde hace mucho tiempo, las velocidades de aire elevadas a fin de contrarrestar temperaturas altas. Con los modelos adaptativos, el confort térmico puede ser medido de forma fiable en un amplio rango de los seis parámetros ambientales y personales: temperatura del aire, temperatura radiante media, humedad relativa, velocidad del aire, factor de indumentaria e índice metabólico. En este caso, el efecto de refrigeración de altas velocidades de aire se puede describir adecuadamente. Este enfoque permite a los diseñadores evaluar estrategias de confort alternativas, como la del Diseño de Sistema Híbrido (*Hybrid System Design*). En estos conceptos, la alta velocidad de aire se combina con el suministro de aire templado y se utiliza en el diseño de edificios donde las fachadas permiten su apertura a fin de aprovechar la ventilación natural.

» DISEÑO DE SISTEMA HÍBRIDO: ALTO CONFORT – BAJA TECNOLOGÍA – BAJA ENERGÍA

El concepto de Diseño de Sistema Híbrido combina un suministro óptimo de aire fresco templado con ventiladores que elevan la velocidad del aire para cumplir con los requerimientos de confort térmico. Los índices de aire fresco se diseñan para obtener una buena calidad de aire interior y para mantener bajos los niveles de dióxido de carbono (generado por los ocupantes). En cuanto a la elevación de las temperaturas

low temperature and energy saving these buildings are designed as sealed-off from the environment and do not take advantage of favorable outdoor conditions available. Façades are closed and natural ventilation is understood to be in conflict with air conditioning.

» AIR TEMPERATURE IS NOT COMFORT

However, being developed in mid-latitude climates, systematic discrepancies were found when applied to warmer zones. The heat balance comfort model does not fully explain thermal comfort conditions experienced in naturally ventilated buildings combined with elevated air speed (de Dear, 2011). Adaptive comfort models, developed based on extensive field studies in tropical and subtropical climates, suggest that extended temperature and humidity ranges are acceptable, especially if combined with elevated air speed (Humphreys, Nicol y Roaf, 2016). Adaptive comfort delivers the same comfort but with lower reliance on mechanical systems.

» DESIGNING WITH ELEVATED AIR SPEED

In the tropics elevated air speed has long been used in practice as a means to offset higher temperatures. With adaptive models, thermal comfort can be reliably evaluated for a wide range of the six environmental and personal parameters: air temperature, mean radiant temperature, relative humidity, air speed, clothing factor and metabolic rate. Here the cooling effect of elevated air speed can be well described. This approach allows designers to evaluate alternative comfort strategies such as Hybrid System Design. In these concepts elevated air speed is combined with supply of tempered air and to design buildings where the facades are openable to take advantage of natural ventilation.

» HYBRID SYSTEM DESIGN: HIGH COMFORT - LOW TECH - LOW ENERGY

The concept of Hybrid System Design combines excellent fresh air supply of tempered air with fans that elevate air speed to satisfy thermal comfort requirements. The fresh air rates are designed for good indoor air quality and to keep carbon dioxide (generated by occupants) levels

interiores, los ocupantes pueden subir la velocidad del aire a la posición de su preferencia. Comúnmente, la velocidad del aire puede oscilar entre una brisa suave y un flujo de aire levemente perceptible.

» DISEÑO PARA LA GENTE – DISEÑO PARA EL CONFORT

A la gente no le ataña la tecnología energética o de la construcción; le interesa cómo se percibe un espacio. Las personas le dan importancia a la calidad del aire interior, la comodidad térmica, la luz natural, las buenas condiciones acústicas, las cualidades espaciales, etc. Si todo esto se puede lograr con baja tecnología y baja energía, mejor aún. Es crucial repensar cómo suministrar el confort y desarrollar edificios y envolventes orientados hacia una alta autonomía en la operación de construcción, buenas condiciones del confort térmico, amplia disponibilidad de luz natural, excelente aire fresco natural, entre otros, por medio del diseño pasivo. Al aplicar estos principios de diseño, los arquitectos disponen de una mayor selección al desarrollar una arquitectura tropical que se adecúe al clima y a la cultura locales.

» DISEÑO POR PROCESO

Dos proyectos ilustran este enfoque. El primero es de la Universidad Flotante de Dhaka, Bangladesh. El segundo es de la Escuela de Diseño Net Zero de la Universidad Nacional de Singapur. El proceso de diseño integral fue crucial para ambos proyectos. En un proceso circular que consistió en verificar que el diseño cumpliera con las metas acordadas, se logró que los sistemas electromecánicos se integraran bien con la planificación espacial y el diseño de la envolvente.

» LO QUE APRENDIMOS

Aprendimos que cuestionar la manera en que definimos el confort juega un papel importante en la búsqueda de soluciones para la arquitectura tropical. En el diseño de confort es clave tener una visión holística de todos los parámetros que constituyen la comodidad del ser humano. Los diseñadores pueden ampliar sus estrategias de diseño, más allá de concentrarse en una única temperatura ajustada en un punto fijo, para incluir fenómenos físicos de radiación térmica, así como parámetros ambientales como la velocidad del aire con el fin de diseñar para

low. With rising indoor temperatures, the occupants can elevate the air speed at their position as per their personal preferences. Typically, the air speed can range from low breeze to slightly noticeable air flow.

» DESIGN FOR PEOPLE – DESIGN FOR COMFORT

People are not interested in energy or building technology, people are interested in how a space feels. People are interested in the quality of indoor air, thermal comfort, daylight, good acoustic conditions, spatial qualities, etc. If all this can be achieved with low tech- and low energy then the better. So, re-thinking how to deliver comfort and to develop buildings and building envelopes which focus on high autonomy for building operation, good conditions for thermal comfort, high daylight availability, excellent natural fresh air supply etc. by passive design is key. Applying these design principles architects have more choices to develop tropical architecture which suits the climate and local culture.

» DESIGN BY PROCESS

Two projects illustrate this approach. The first is the Floating University, Dhaka, Bangladesh. The second is the Net Zero School of Design of the National University of Singapore. In both projects the integral design process was key for success. In a circular process of verifying that agreed goals are achieved by the design electro-mechanical systems became well integrated with spatial planning and envelope design.

» WHAT WE LEARNED

What we learned is that challenging the way we define comfort plays a significant role in exploring new solutions in tropical architecture. For comfort design a holistic view on all the parameters which make up human comfort is key. Designers can expand design strategies from focusing on a single temperature set point to include physical

entornos adaptables. En climas cálidos, el Diseño de Sistemas Híbridos constituye una opción atractiva para crear ambientes confortables con sistemas de aire acondicionado más pequeños, reducidas capacidades de refrigeración y demanda energética más baja. El Confort Adaptativo y el Diseño de Confort Híbrido no son opciones sencillas. Son opciones para una nueva arquitectura que respire, para una nueva estética y soluciones funcionales, para abrir fachadas con mejores conexiones entre el interior y el exterior, para un diseño sensible al contexto que corresponda al clima local y a las condiciones culturales.

■ PARTE 2

» LA UNIVERSIDAD FLOTANTE EN DHAKA, BANGLADESH

La Universidad está construida en un lago artificial ubicado en una zona contaminada en las cercanías de la creciente ciudad de Dhaka, con una población de dieciocho millones. Se trata de un clima mixto de temperaturas moderadas; húmedo durante los meses de invierno y de cálidas y húmedas condiciones durante el verano y los meses del monzón. El equipo ha estado trabajando estrechamente con el cliente, BRAC (Building Resources Across Communities, la ONG más grande del mundo), en el desarrollo de un edificio que no sólo ofrece instalaciones educativas, sino que es también para BRAC un recurso de enseñanza de estrategias para el diseño resistente y de bajo consumo energético. La firma de arquitectos contratada es WOHA Architects, Singapur; su diseño de la Escuela de Arte en Singapur, con espacios ventilados no acondicionados, sirvió de modelo. El concepto de comodidad en los salones de clase no acondicionados necesitaba ser adaptado al clima local de Dhaka y dio lugar al diseño de sistemas híbridos. En 2017, el proyecto universitario de BRAC obtuvo el Premio Lafarge-Holcim, en la categoría de Bronce, para la región Asia-Pacífico.

» MODELO DE INNOVACIÓN, SOSTENIBILIDAD E IDENTIDAD LOCAL

BRAC figura entre las ONG más grandes del mundo, con sede en Bangladesh. Se espera que el nuevo campus universitario de BRAC se convierta en un edificio universitario emblemático, no sólo en Bangladehs, sino en toda la región subtropical asiática. Su excepcional arquitectura combina el diseño de alto confort y bajo consumo energético y

phenomena of heat radiation as well as environmental parameters such as wind speed to design for adaptive environments. In warm climates a Hybrid Systems Design presents an attractive choice to create comfortable environments with smaller air conditioning systems, reduced chiller capacities and lower energy demand. Adaptive Comfort and Hybrid Comfort Design are not a poor man's choice. It is a choice for a new breathing architecture, for new aesthetic and functional solutions, for opening up façades with better indoors-outdoors connections, for context sensitive design in response to local climate and cultural conditions.

■ PART 2

» THE FLOATING UNIVERSITY, DHAKA, BANGLADESH

The university is built on the site of a polluted man-made pond in the rapidly expanding city of Dhaka, with a population of 18 million. It is a composite climate with moderate temperatures and humidity for the winter months and hot and humid conditions for the summer and monsoon months. The team has been working closely with the client BRAC (Building Resources Across Communities – the world's largest NGO) to develop a building that not only provides educational facilities but is itself a teaching resource for BRAC of strategies of resilient and low-energy design. The architects commissioned are WOHA Architects, Singapore. Their design of the School of Arts, Singapore with natural ventilated but unconditioned spaces was serving as role model. The comfort concept of unconditioned class rooms needed to be adapted to the local climate of Dhaka and has led to a hybrid systems design. In 2017 the BRAC University project was winning the LafargeHolcim Award in Bronze for Asia Pacific.

» MODEL OF INNOVATION, SUSTAINABILITY AND LOCAL IDENTITY

BRAC is among the world's biggest NGOs, based in Bangladesh. The BRAC University new campus is supposed to become a landmark university building not only in Bangladesh but also in whole

respeta los principios de diseño sostenible y local. El diseño del edificio refleja la identidad cultural y climática de Bangladesh y maximiza la flexibilidad de transición y uso interior y exterior de espacios para sus usuarios.

» ALTO CONFORT - BAJA ENERGÍA PARA
11 000 PERSONAS

El nuevo edificio universitario hospedará a cerca de 11 000 personas en un sólo edificio de cerca de 130 000 m² en once pisos. El programa incluye un gran salón multiusos, salas de conferencia, auditorio, departamentos, laboratorios, aproximadamente 80 salones de clase, áreas deportivas, jardín de azotea, pista de atletismo, entre otros. Desde el principio, el cliente y el equipo de diseño acordaron establecer una declaración de su misión orientada hacia la sostenibilidad e impulsar el diseño más allá del de las envolventes convencionales que se ven en la práctica. Dando prioridad a la comodidad de las personas, el diseño crea excelentes cualidades espaciales con alta autonomía de luz natural, buen confort térmico y excelente calidad del aire en un diseño robusto y resistente. La dependencia en sistemas mecánicos y la demanda energética se redujo al mínimo.

» CONFORT ADAPTATIVO CON SISTEMAS
DE BAJO COSTO

El proyecto emplea un concepto climático innovador basado en confort adaptativo y ventilación híbrida. El concepto combina un nivel excelente de aire fresco, suministrado como aire templado mediante una tecnología de ventiladores de vanguardia para lograr altas velocidades del aire. Para el proyecto universitario de BRACU, este enfoque ha sido consecuentemente verificado e implementado dejando atrás los caminos del diseño convencional de ventilación mecánica y aire acondicionado (MVAC) con refrigeración excesiva de los espacios cerrados. El confort adaptativo ofrece el mismo nivel de comodidad, pero con menos dependencia técnica en los sistemas mecánicos. El diseño es mucho más eficiente a nivel energético que un sistema de sólo aire acondicionado; ej.: en los numerosos estudios y salones de conferencias la demanda de energía para su refrigeración se redujo en casi un 50%. Conceptualizar esta fundamental y diferente forma de crear confort en las muchas y variadas áreas permitió un significativo ahorro en los costos del presupuesto mecánico, así como en los costos de operaciones futuras.

subtropical Asian region. The outstanding architecture is combined with a high comfort and low energy design and respects sustainable and local design principles. The building design reflects the cultural and climatic identity of Bangladesh and maximizes the flexible transition and use of indoor and outdoor spaces for its users.

» HIGH COMFORT - LOW ENERGY FOR
11,000 PEOPLE

The new university building will host about 11,000 people in one single building of about 130,000 m² on 11 floors. The program comprises a large multi-purpose hall, lecture theatres, auditorium, departments, laboratories, about 80 classrooms, sport areas, roof garden, running track, etc. From the very beginning the client and design team agreed on a mission statement for sustainability and pushing the design beyond conventional envelope of practice. Putting people's comfort first, the design creates excellent spatial qualities with high daylight autonomy, good thermal comfort, excellent air quality in a very robust and resilient design. Reliance on mechanical systems and energy demand is reduced to a minimum.

» ADAPTIVE COMFORT WITH LOW-COST SYSTEMS

The project employs an innovative climate concept based on adaptive comfort and hybrid ventilation. The concept combines excellent fresh air level supplied as tempered air with state of the art fan technology for elevated air speed. For the BRACU project this approach has been consequently verified and implemented in the design leaving paths of conventional MVAC design with over-cooling of sealed spaces. Adaptive comfort delivers the same level of comfort but with less technical and lower reliance on mechanical systems. The design is significantly more energy-efficient than a comparable all-air-conditioning-system, e.g. for the many studios and lecture rooms electrical energy demand for cooling is reduced by about 50%. Conceptualizing this fundamental different way of creating comfort across the many different

» ARQUITECTURA QUE RESPIRA. VENTILACIÓN HÍBRIDA

Setenta y cinco por ciento de las áreas cerradas están diseñadas para el confort adaptativo y la ventilación híbrida. El edificio se diseñó con numerosos corredores de brisa abiertos, logrando que un 40% del área estuviera conformado por espacios semicerrados con ventilación natural. Dichos espacios fueron diseñados para un confort exterior, con velocidad de aire alta, para que los usuarios los utilicen como espacios de interacción social, de aprendizaje informal, entre otros. Los corredores de brisa conectan con eficacia las áreas interiores con las condiciones ambientales. Sólo se instalan sistemas descentralizados en cada piso donde lo mecánico es necesario. Así, los cuartos mecánicos centrales y los conductos se reducen a un mínimo.

» HISTORIA DE ENERGÍA

Con el enfoque del diseño integral, el desempeño del concepto y del sistema se mejoró paso a paso, reduciendo la demanda de energía significativamente. La creación de una historia de energía sostenible sustentó la implementación de los conceptos a través de las fronteras disciplinarias. El total de la demanda de energía eléctrica se reduce a un 40% en comparación a los diseños convencionales. Cerca de un 25% de ésta se cubrirá por medio de energía fotovoltaica producida en la cubierta del techo. La adaptación de estos números tan abstractos a un contexto personal sustenta la aceptación a la inversión en sistemas renovables.

» ESCUELA DE DISEÑO NET ZERO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SINGAPUR

La extensión de la Universidad Nacional de Singapur destinada para la Escuela de Diseño y de Medioambiente tendrá un excepcional edificio de energía neta nula (*net-zero*) en los trópicos. Con una superficie total de construcción de 8.500 m², el edificio de cinco pisos acomodará laboratorios, estudios y talleres de diseño para las escuelas de arquitectura y de diseño de interiores, paisajes y productos. Como escuela que hace énfasis en las tecnologías de energías eficientes, la extensión debía encarnar los principios que sustenta y tenía que ser un ejemplo para los estudiantes, profesores y la amplia comunidad del diseño. Como resultado de un concurso internacional de diseño, se contrató para el diseño a la firma Serie Multiply

program areas allowed for significant cost savings in the mechanical budget as well as for future operation costs.

» BREATHING ARCHITECTURE HYBRID VENTILATION

About 75% of the enclosed areas are designed for Adaptive Comfort and Hybrid Ventilation. The building is designed with plenty of open breezeways creating about 40% of the area as natural ventilated semi enclosed spaces. These spaces are designed for outdoor comfort with elevated air speed to serve occupants as social interaction spaces, informal learning spaces etc. The breezeways effectively connect internal areas to ambient conditions. Only where mechanical are needed, decentral systems are located floor by floor. Therefore, central mechanical rooms and shafts are reduced to a minimum.

» ENERGY STORY

With the integral design approach, the concept and system performance was improved step by step reducing energy demand significantly. Creating a sustainable energy story supported the implementation of the concepts across the disciplinary borders. The total electrical energy demand is reduced by about 40% compared to conventional design. About 25% thereof will be covered by photovoltaics produced on the roof canopy. Setting these highly abstract numbers in a personal context supports the acceptance for investment in renewable systems.

» NET ZERO SCHOOL OF DESIGN AT NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE

The National University of Singapore's extension for the School of Design & Environment will be an outstanding net-zero energy building in the tropics. With a gross floor area of 8,500 m², the five-story building will accommodate labs, design studios and workshops for the schools of architecture and interior, landscape and product design. As a school with an emphasis on energy-efficient technologies, the extension had to embody the principles it espoused and had to be an example to the students, faculty and extended design community. From an international design competition Serie

Architects, de Londres y Singapur. El diseño se inició en 2014. Surbana, de Singapur, suministra los arquitectos de registro y el MEP. El contratista es Kajima, Singapur. El edificio se inauguro en enero de 2018.

» DISEÑO INTEGRAL

La construcción de un edificio de energía neta nula no es tan sólo un reto tecnológico. Es también un reto para el proceso de diseño; ej., el modo en que el equipo, conformado por el cliente, los arquitectos y los ingenieros, aborda un problema con conocimiento informado. Transsolar asesoró al equipo de diseño a lo largo de siete reuniones de diseño o charrettes, con el objeto de crear un edificio idóneo para los diferentes programas a la vez que cómodo y energéticamente eficiente. Transsolar apoyó al equipo de diseño mediante la utilización de herramientas de simulación de confort térmico, luz natural, brillo y energía, y con mediciones de confort térmico. Esto dio como resultado un diseño arquitectónico contemporáneo que demuestra una profunda comprensión del clima tropical de Singapur. El diseño incluye un gran techo colgante que, junto con las estructuras occidental y oriental, protege al edificio del calor del sol propiciando un ambiente más fresco en el interior.

» ARQUITECTURA TROPICAL

Un diseño arquitectónico optimizado permite una ventilación cruzada eficiente y una buena exposición a la luz natural. Integral al concepto de energía neta nula, es la necesidad de repensar los sistemas de aire acondicionado convencionales, los cuales representan un 60% de la carga energética total de un edificio en un país tropical. Esto dio lugar al diseño de un novedoso sistema híbrido de refrigeración que asegura que los salones no se enfrién en exceso. Los salones se benefician de aire frío, a niveles de temperatura y humedad más elevados que los que obtendrían con un sistema convencional. Esta estrategia de refrigeración aumenta con altas velocidades de aire provenientes de ventiladores de techo. El consumo de energía se reduce abriendo ventanas cuando el clima lo permite e instalando aire acondicionado únicamente donde es indispensable.

» DISEÑO NET ZERO

1,200 paneles solares PV instalados en el techo reconocen energía solar suficiente para cubrir la demanda anual del edificio. La energía proveniente de la red

Multiply Architects, London and Singapore was commissioned for the design. The design started in 2014. Architects of record and MEP is delivered by Surbana, Singapore. The contractor is Kajima, Singapore. In January 2019 the new school will be opened to the university.

» INTEGRAL DESIGN

Developing a net zero building is not only technically challenging. It is also a challenge to the design process. i.e. how the team of client, architects, and engineers approach problem in an informed manner. Transsolar guided the design team through seven design charrettes to create a building that serves the various programs while remaining comfortable and energy efficient. Transsolar supported the design team with simulation tools for thermal comfort, daylight, glare and energy as well as with measurements of thermal comfort. This resulted in a contemporary architectural design which demonstrates a deep understanding of the tropical climate of Singapore. The design incorporates a large overhanging roof, which together with the West and East façade structures, shades the building from the sun's heat and provides a cooler interior.

» TROPICAL ARCHITECTURE

An optimized building design enables efficient cross ventilation and good exposure to daylight. Integral to the concept of net-zero energy consumption is the need to rethink conventional air-conditioning, which typically accounts for up to 60% of a building's total energy load in a tropical country. This resulted in the design of an innovative hybrid cooling system that ensures rooms are not over-cooled. Rooms are supplied with cool air at higher temperatures and humidity levels than they would be with a conventional system. This cooling strategy is augmented with elevated air speeds from ceiling fans. Electricity consumption is reduced by opening windows when the weather permits and by air-conditioning only where needed.

» NET ZERO DESIGN

1,200 solar PV panels installed on the roof harvest enough solar energy to cover the building's annual demand. Energy from the power grid is used on days with insufficient solar energy, however the net amount taken from the grid over the course of

energética se utiliza aquellos días en que la energía solar es insuficiente. Sin embargo, el monto neto obtenido de la red en el curso de un año será cero, logrando así un consumo de energía neta nula.



■ REFERENCIAS

ASHRAE Standard 55. (2013). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE.

EN 15251. (2006). *Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings*. European Norm. Bruselas: CEN /EU Directive.

de Dear, R. (2011). Adaptive Thermal Comfort, Background, Simulations, Future Directions.

Humphreys, M., Nicol, F. y Roaf, S. (2016). *Adaptive Thermal Comfort - Foundation and Analysis*. New York, NY: Routledge.

ISO 7730. (2005). *Ergonomics of the Thermal Environment*. Ginebra, Suiza: International Organization for Standardization.

Kishnani, N. (2017, enero-febrero). Beauty in Zero. How the New Net Zero Energy Building at the National University of Singapore Set about (re)connecting Building Performance with Architectural Quality. *FutureArc*. Singapore.

Mckinsey Global Institute (2015). *Urban World: Cities and the Rise of the Consuming Class*. Disponible en mckinsey.com

a year will be zero -- achieving net-zero energy consumption.



■ REFERENCES

ASHRAE Standard 55. (2013). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE.

EN 15251. (2006). *Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings*. European Norm. Bruselas: CEN /EU Directive.

de Dear, R. (2011). Adaptive Thermal Comfort, Background, Simulations, Future Directions.

Humphreys, M., Nicol, F. y Roaf, S. (2016). *Adaptive Thermal Comfort - Foundation and Analysis*. New York, NY: Routledge.

ISO 7730. (2005). *Ergonomics of the Thermal Environment*. Ginebra, Suiza: International Organization for Standardization.

Kishnani, N. (2017, enero-febrero). Beauty in Zero. How the New Net Zero Energy Building at the National University of Singapore Set about (re)connecting Building Performance with Architectural Quality. *FutureArc*. Singapore.

Mckinsey Global Institute (2015). *Urban World: Cities and the Rise of the Consuming Class*. Disponible en mckinsey.com

Wolfgang Kessling es director en la empresa de ingeniería climática Transsolar, que tiene como objetivo construir estructuras que proporcionen los niveles de confort más altos posibles, con el menor impacto posible sobre el medio ambiente. Kessling se enfoca en conceptos de baja energía / alto confort para climas cálidos y húmedos. Ha sido gerente de proyecto de Experimental Cloud en Frankfurt, Alemania y del edificio Gehry para Novartis en Basilea, Suiza. En Asia, ha trabajado en el innovador concepto de refrigeración del Aeropuerto Internacional Suvarnabhumi en Bangkok y en la primera Oficina de Energía Zero en Malasia. Kessling cree que la clave de la comodidad es reconocer que las condiciones ambientales están influenciadas por todos los aspectos y etapas del diseño.

» AVANCES EN
CONFORT TÉRMICO

ADVANCES IN «
THERMAL COMFORT

■ INTRODUCCIÓN

Los estándares de confort térmico son fundamentales para el diseño de edificios, no sólo a fin de proveer ambientes confortables, sino también para asegurar un diseño sostenible mediante la baja utilización de energía de calefacción y refrigeración en edificios. Dos tipos de estándares de confort prevalecen actualmente en la literatura: el estado estable y el adaptativo. El modelo de estado estable es un modelo de equilibrio térmico que define combinaciones de un conjunto de seis variables ambientales interiores que proporcionan condiciones térmicas aceptables para la mayoría de los ocupantes (Fanger, 1970). Las seis variables son: temperatura del aire, temperatura radiante media, movimiento del aire, humedad relativa, índice de indumentaria y calor metabólico, generado éste por la actividad humana. Estos conforman una relación empírica que resulta en el Voto Medio Estimado (PMV) del confort térmico, sustentado sobre la idea de una temperatura neutral para un valor determinado de los otros parámetros. El Voto Medio Estimado puede tomar valores continuos en el intervalo [-3, +3], donde los valores negativos representan sensaciones de frío, los valores positivos, sensaciones cálidas, siendo cero el valor “neutral” o voto de confort deseado. Dicha “neutralidad” corresponde a umbrales de temperatura fijos bajo condiciones típicas. Por ejemplo, en una oficina de edificio típica, donde sus ocupantes utilicen indumentaria formal estándar (o su equivalente) y una humedad relativa de un 50%, el modelo PMV sugiere un rango de temperatura confortable de **23+/-2 C**. Esto aplica para cualquier edificio de oficinas en el mundo, desvinculado del clima o la cultura exterior. Umbrales similares pueden ser aplicados en otro tipo de edificios, pero esto no se ha validado apropiadamente en vivienda familiar.

En contraste, el relativamente reciente desarrollo del modelo adaptativo de la Sociedad Americana de Ingenieros del Calor, Frío y Aire Acondicionado [ASHRAE, por su sigla en inglés] (ASHRAE, ANSI, 2013), y de su contraparte europea (EN-15251, 2007), se basa en la idea de que el rango de temperaturas aceptables en edificios con ventilación natural (NV, *Naturally*

■ INTRODUCTION

Thermal comfort standards are central to building design; not merely to provide comfortable environments but also ensuring a sustainable design through low heating and cooling energy use in buildings. Two types of comfort standards currently prevail in the literature: steady-state and adaptive. The steady-state model is a heat-balance model that defines combinations of a set of six indoor environmental variables that will provide acceptable thermal conditions to the majority of occupants (Fanger, 1970). The six variables are: air temperature, mean radiant temperature, air movement, relative humidity, clothing insulation and metabolic heat generated by human activity. These are folded into an empirical relationship to provide a Predicted Mean Vote (PMV) of thermal comfort, underpinned by the idea of a neutral temperature for a given value of the other parameters. The PMV can take continuous values in the interval [-3,+3] with negative values representing cold sensations, positive values warm sensations and 0 representing the ‘neutral’ or desired comfort vote. This ‘neutrality’ corresponds to fixed temperature thresholds under typical conditions. For example, in a typical office building with occupants wearing standard formal clothing (or equivalent) and a relative humidity of 50%, the PMV model suggests a comfortable temperature range of 23 ± 2 C. This applies to *any* office building in the world, regardless of outdoor climate or culture. Similar thresholds can be derived for other types of buildings, but this has never been properly validated in homes.

In contrast, the relatively recent development of the ASHRAE adaptive model (ASHRAE, ANSI, 2013) and its European counterpart (EN-15251, 2007) are based on the idea that the range of acceptable temperatures in naturally ventilated (NV)

Ventilated) es más amplio que el de los edificios con aire acondicionado (AC, *Air Conditioning*) y depende puramente de la temperatura exterior predominante. Al consultar encuestas a gran escala —como las de la base de datos de ASHRAE RP-884 (de Dear y Brager, 1998; 2002)— sobre diferentes zonas climáticas del mundo, se observa que estos modelos aplican una relación lineal simple entre la temperatura interior confortable y la exterior. En este caso no hay umbrales de temperatura interior, ya que la deseada para dicho espacio cambia al tiempo que el clima exterior, bien sea entre regiones o entre estaciones.

Varios cuestionamientos sobre la aplicabilidad y el uso de estos modelos han surgido en la literatura, particularmente en lo que respecta al modelo adaptativo:

- ¿Por qué es el modelo adaptativo tan sencillo? ¿Es realmente posible que otras variables, como la humedad relativa, no influyan en el confort adaptativo, como afirman sus autores?
- Dado que estos modelos son empíricos, ¿cómo pueden los diseñadores estar seguros de su validez en contextos de donde no han sido derivados? Por ejemplo, son pocos los estudios hechos en vivienda familiar y menos aún en la de personas de avanzada edad, quienes representan una proporción significativa de la población en países desarrollados.
- Dado que el modelo adaptativo de la ASHRAE no incluye datos de, por ejemplo, Suramérica o África, ¿es justificable que se considere globalmente aplicable?

En investigaciones recientes, cada uno de estos aspectos ha sido abordado a través de estudios de campo detallados, que se describen brevemente a continuación.

■ INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA EN EL CONFORT TÉRMICO ADAPTATIVO

Es bien sabido que una alta humedad interior altera la refrigeración por evaporación inducida por el sudor —principal mecanismo fisiológico mediante el cual el cuerpo rechaza el calor—, particularmente en ambientes cálidos (Andersen, Lundquist y Proctor, 1973; Jin, Zhang, Y. Y Zhang, Z., 2017; Jing, et al., 2013; Song, et al., 2015; Zhang, et al., 2014). El movimiento del aire también influye en el intercambio de calor evaporativo y convictivo, desde y

buildings is larger than in air-conditioned (AC) buildings and dependent purely on the prevailing external temperature. Using large scale survey data, such as the ASHRAE RP-884 database [4,5], from different climatic zones around the world, these models derive a simple linear relationship between the indoor comfort temperature and the outdoor temperature. Here, there are no fixed indoor temperature thresholds as the desired indoor internal temperature changes as the external climate changes, whether between regions or between seasons.

Several questions regarding the applicability and use of these models have arisen in the literature, particularly for the adaptive model:

- Why is the adaptive model so simple? Can it really be that other variables such as relative humidity do not play a part in adaptive comfort as its authors have argued?
- As these models are empirical, how can designers be sure of their validity in contexts from which they have not been derived? For example, there have been few studies in homes and fewer still in those of the elderly who represent a significant proportion of the population in developed countries.
- Since the ASHRAE adaptive model uses no data from, for example, South America or Africa, are we justified in treating it as being globally applicable?

In recent research, each of these issues has been approached through detailed field studies, briefly described below.

■ THE INFLUENCE OF RELATIVE HUMIDITY ON ADAPTIVE THERMAL COMFORT

It is well known that high indoor humidity impairs sweat-induced evaporative cooling, which is the principal physiological mechanism by which the body rejects heat, particularly in warm environments (Andersen, Lundquist y Proctor, 1973; Jin, Zhang, Y. Y Zhang, Z., 2017; Jing, et al., 2013; Song, et al., 2015; Zhang, et al., 2014). Air movement also influences the evaporative and convective heat

hacia el cuerpo, afectando su temperatura (Candido *et al.*, 2010).

La ausencia de una señal de humedad relativa (RH, *Relative Humidity*) para el confort térmico adaptativo es, por consiguiente, sorprendente, dado que es posible que la humedad exterior tenga un mayor efecto en la humedad interior que parámetros como el de densidad de ocupación (la cual aumenta la producción de humedad interior) o como el del manejo de ventanas (lo cual disminuiría la humedad interna si la externa es menor). Esto se observa en la Figura 1, la cual muestra que el coeficiente de correlación de Pearson entre la humedad relativa interior (RH) y la exterior (RH_out) diaria, en la base de datos de ASHRAE RP-884, es significativamente mayor en edificios con ventilación natural (0.52) que en aquellos que tienen aire acondicionado (0.33). Por lo tanto, cabe suponer que la respuesta de confort en edificios con ventilación natural (NV) sea significativamente mediada por la humedad relativa interior, que a su vez es una función de la humedad exterior.

Por otra parte, es probable que las velocidades del aire exterior e interior se disocian debido al control de ventilación que los ocupantes ejercen a través del manejo de ventanas y el uso de ventiladores, lo cual podría tener, como mínimo, la misma influencia que tendrían las condiciones climáticas externas sobre la velocidad del aire interior. Como el aumento en el control que ejercen los ocupantes se ha establecido actualmente como un componente fundamental del incremento en su satisfacción (Boerstra, *et al.*, 2013), podría plantearse como hipótesis que la ausencia de una señal de velocidad de aire se debe a que los edificios estudiados presentan un buen control de ventanas y ventiladores por parte de sus usuarios (de Dear y Brager, 1998).

Hemos atacado este problema en nuestro ensayo (Vellei, *et al.*, 2017) a partir de dos enfoques:

- un meta-análisis de datos de resumen de 63 estudios de campo, y
- nuevos métodos estadísticos aplicados a datos de campo detallados de 39 edificios con ventilación natural en ocho tipos de clima.

Ambos métodos revelaron que la señal de humedad existe en el confort térmico adaptativo. Es interesante observar que nuestros nuevos métodos estadísticos

exchange to and from the body, affecting its temperature (Candido *et al.*, 2010).

The absence of a signal for relative humidity (RH) in adaptive thermal comfort is therefore surprising since outdoor humidity is likely to have a bigger effect on indoor humidity than parameters such as occupant density (which increases indoor moisture production) or window operation (which could decrease indoor humidity if external humidity is lower). This is supported by Figure 1, which shows that the Pearson correlation coefficient between mean daily indoor (RH) and outdoor (RH_out) relative humidity in the ASHRAE RP-884 database is significantly higher in naturally ventilated (0.52) than in air-conditioned (0.33) buildings. Hence, one might expect that the comfort response in NV buildings is significantly mediated by the internal relative humidity, which in turn is a function of the external humidity.

External and internal air velocities, on the other hand, are likely to be decoupled since occupant control of ventilation through window operation and use of fans is likely to have at least as great an influence on the indoor air velocity as the prevailing outdoor weather conditions. Since increased occupant control is now well established as a critical component in increasing occupant satisfaction (Boerstra, *et al.*, 2013), the absence of an air velocity signal could therefore be hypothesised to be due to the studied buildings having good occupant control of windows and fans (de Dear y Brager, 1998).

We have attacked this problem in our work (Vellei, *et al.*, 2017) using two approaches:

- a meta-analysis of summary data from 63 field studies and
- new statistical methods applied to detailed field data from 39 naturally ventilated buildings over 8 climate types.

Both methods independently reveal that the humidity signal exists in adaptive thermal comfort.

demostraron con precisión por qué trabajos anteriores no detectaban dicha señal, la cual es más débil que la de la temperatura. Esto se logró mediante la comparación de nuestros nuevos métodos —Árboles de Decisión y Bosques Aleatorios— con otros tres métodos: regresión logística, regresión logística multinomial y regresión logística ordinal. El objetivo de los experimentos es hallar el modelo que mejor describa los datos de ASHRAE RP-884; ej., el modelo con el menor nivel de error de predicción. Los errores de predicción se definen como $1 - F_1$, donde F_1 es el promedio ponderado de las puntuaciones de precisión y exhaustividad, alcanzando el mejor valor con 1 y el peor con 0. Las variables independientes son:

- Temperatura operativa interior
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Índice metabólico
- Sexo

La variable dependiente a modelar es el Voto de Sensación Térmica (*Thermal Sensation Vote – TSV*), el cual se halla en el intervalo simplificado [-1, +1], al igual que el Voto Medio Estimado (PMV), descrito anteriormente. A diferencia de los otros métodos predominantes en la literatura, los Árboles de Decisión (DTs) y los Bosques Aleatorios (RFs) tienen un índice de error menor al explicar nuestros datos. Esto permite explorar la relativa importancia de nuestras variables independientes mediante el uso del clasificador RF. Finalmente, utilizamos estas nuevas líneas de prueba para proponer un nuevo modelo de confort térmico adaptativo con humedad ajustada.

■ CONFORT TÉRMICO INTERIOR EN EL CLIMA SUBTROPICAL DE TIERRAS ALTAS DE BOGOTÁ

Los estudios de campo son fundamentales para evaluar los estándares de confort existentes en otras regiones del mundo y para desarrollar nuevos algoritmos que definan condiciones de confort en diferentes climas y culturas. La evaluación de la aplicabilidad de estándares de confort térmico requiere de información que comprenda datos de sensores objetivos (temperatura del aire, temperatura global, humedad relativa y velocidad del aire) y datos subjetivos (sensaciones térmicas reales registradas en el momento de los datos objetivos, preferencias térmicas, etc.). Por consiguiente, comparamos la información de confort térmico, proveniente de los

Interestingly our new statistical methods show precisely why previous work failed to detect this signal, which is weaker than the temperature signal. This was achieved by comparing our new methods, Decision Trees (DTs) and Random Forests (RFs), against three other methods: logistic regression, multinomial logistic regression and ordinal logistic regression. The aim of the experiments is to find the model that best describes the ASHRAE RP-884 data, i.e. the model with the smallest prediction error. Prediction errors are defined as $1 - F_1$, where F_1 is the weighted average of the precision and recall scores, reaching its best value at 1 and worst one at 0. The independent variables are:

- Indoor operative temperature
- Relative humidity
- Air velocity
- Metabolic rate
- Sex

The dependent variable to be modelled is the Thermal Sensation Vote (TSV) which is in the simplified interval [-1,+1], in a similar manner to the PMV, described earlier. [Figure 2 shows that](#), unlike the other methods prevalent in the literature, DTs and RFs have a significantly lower error rate in explaining our data.

This allows us to explore the relative importance of our independent variables using the RF classifier. Finally, we use these new lines of evidence to derive a new humidity-adjusted adaptive thermal comfort model.

■ INDOOR THERMAL COMFORT IN THE SUBTROPICAL HIGHLAND CLIMATE OF BOGOTA

Field studies are fundamental for assessing existing comfort standards in other regions of the world and for developing new algorithms defining comfort conditions in different climates and cultures. The assessment of the applicability of thermal comfort standards requires data comprising both objective sensor data (air temperature, globe temperature, relative humidity and air speed) and subjective data (actual thermal sensations recorded at the same time as the objective data, thermal preferences etc.). Hence, we compared thermal comfort data from field data in Bogota, with the comfort predictions and temperature values recommended and

datos de campo en Bogotá, con las estimaciones de confort y los valores de temperatura recomendados y considerados universales por los estándares de confort internacionales ISO 7730:2005 (Fanger, 1970), ASHRAE Standard 55-2013 (2013) y EN Standard 15251 (2007).

Entre el 5 y 12 de agosto de 2011 se llevó a cabo una encuesta sobre estándares de confort térmico por medio de la recolección de datos transversales en tres oficinas de tres edificios diferentes en Bogotá (Natarajan, Rodríguez y Vellei, 2015). Los criterios de selección de las oficinas fueron:

- Sus estrategias de ventilación principales debían ser diferentes.
- El nivel de actividad de los ocupantes debía ser similar en todas las oficinas.

Todos los edificios seleccionados están ubicados en la misma área de Bogotá y todas las oficinas pertenecen a la misma compañía, lo cual proporciona un cierto nivel de similitud, en términos de distribución, materiales, muebles, nivel de actividad y código de indumentaria. En todas las oficinas se autoriza a los ocupantes a adaptar su nivel de indumentaria. Las tres oficinas seleccionadas se describen brevemente a continuación:

- Edificio de oficinas Calle 72 (Cll 72-NV): el más antiguo del grupo, construido en la década de 1980. Su fachada es una combinación de mampostería y acristalamiento simple. El esquema de ventilación existente está basado enteramente en una ventilación por fuerzas naturales (NV) sin sistema de refrigeración mecánica.
- Edificio de oficinas Calle 93 (Cll 93-MV): este edificio fue construido a finales de la década de los 90. Su fachada tiene acristalamiento simple y, aunque tiene algunas ventanas operativas, el esquema principal de ventilación es mecánico (MV), pero sin sistema de refrigeración mecánico.
- Edificio de oficinas Calle 100 (Cll 100-MM): su construcción es la más reciente, concluida en 2007. Su fachada es primordialmente de acristalamiento simple, con marcos en mampostería, y posee un sistema de aire acondicionado (AC) para ventilación y confort térmico. Sin embargo, parte del edificio (donde se ubica la oficina estudiada) está equipada de ventanas operativas, por lo que puede funcionar en modo libre cuando la ventilación es la suficiente como para crear condiciones

regarded as universal by the international comfort standards ISO 7730:2005 derived from (Fanger, 1970), ASHRAE Standard 55-2013 (2013) and EN Standard 15251 (2007).

A standard thermal comfort survey was conducted between the 5th and 12th of August 2011, as a cross sectional data collection in three offices in three different buildings in Bogotá (Natarajan, Rodríguez y Vellei, 2015). The criteria for selection of the offices were:

- their main ventilation strategies had to be different
- the occupants' level of activity in all of them had to be similar.

All the selected buildings are situated in the same area of Bogota and all the offices belong to the same company, which provides some degree of similarity in terms of layout, materials, furniture, level of activity and dress code. In all the three offices occupants are allowed to adapt their clothing level. The three selected offices are briefly described below:

- Office Building Calle 72 (Cll 72-NV): the oldest building of the group, built in the 1980s. Its façade is a combination of masonry and single glazing. The existing ventilation scheme is based completely on ventilation driven by natural forces (NV) without mechanical cooling system.
- Office Building Calle 93 (Cll 93-MV): this building was constructed in the late 1990s. Its façade is single-glazed and although it has some operable windows, the main ventilation scheme in this office is through mechanical ventilation (MV) without mechanical cooling system.
- Office Building Calle 100 (Cll 100-MM): the most recent building, finished in 2007. It has mostly a single-glazed façade with masonry frames and relies on an air-conditioning system (AC) for ventilation and thermal comfort. However, a part of the building (which includes the surveyed office) is equipped with operable

ambientales aceptables (ej., temperatura de aire ambiente menor a 27°C). La oficina estudiada (oficina de modo mixto) operó en modo libre durante el transcurso de evaluación.

Nuestros hallazgos muestran que con el modelo del Voto Medio Estimado (PMV) y el adaptativo incorporado al estándar ASHRAE (el estándar actualmente adoptado en Colombia para la regulación de parámetros ambientales interiores) se puede prever la percepción térmica media en ambientes mecánicamente ventilados en Bogotá (tabla 1).

windows and, therefore, can run in free-mode when natural ventilation is sufficient to provide acceptable environmental conditions (i.e. room air temperature lower than 27 °C). The surveyed office (mixed-mode office) was free-running during the survey period.

Our findings show that the PMV and adaptive model incorporated in the ASHRAE standard (which is the standard currently adopted in Colombia for regulating indoor environmental parameters) is able to predict mean thermal perception in mechanically-ventilated environments in Bogota (Table 1).

**TABLA 1. TEMPERATURAS DE CONFORT CENTRALES (ComTo)
EN LAS TRES OFICINAS.**

	CII 72-NV(°C)	CII 93-MV(°C)	CII 100-MM(°C)
ComTo Central (PMV, basado en modelo)	21.6	22.4	22.7
ComTo Central (TSV, basado en estudio de campo)	23	22.6	23.1
ComTo Central (Preferencia térmica, basada en estudio de campo)	23.5	22.6	22.5

Fuente: Elaborado por el autor

TABLE 1. CENTRAL COMFORT TEMPERATURES ComTo IN THE THREE OFFICES.

	CII 72-NV(°C)	CII 93-MV(°C)	CII 100-MM(°C)
Central ComTo (Model-based PMV)	21.6	22.4	22.7
Central ComTo (Field-based TSV)	23	22.6	23.1
Central ComTo (Field-based Thermal Preference)	23.5	22.6	22.5

Sin embargo, un hallazgo clave en los edificios de modo de ventilación natural y mixtos fue que estos no funcionaban eficazmente en dichos modos debido a la falta de control experimentada por los ocupantes.

Esto explica la significativa incomodidad experimentada por los ocupantes del edificio de ventilación natural. Las temperaturas de confort operativo (ComTo) son aquellas que corresponden a votos térmicos entre -1 y 1 en la escala de percepción (ej., categoría central neutra). Para las oficinas MV y MM, 85% y 80% de los votos figuran dentro de dicha categoría central neutra, mientras que para la oficina NV, sólo un 62% de los votos entran en dicho intervalo. Por consiguiente, los métodos adaptativos ASHRAE y EN subestiman la incomodidad en la oficina de ventilación natural. Esto es, además, evidencia del impacto que ejerce la disponibilidad de control personal (ej., rejillas de ventilación inoperables) en el edificio Cll 72-NV en comparación a las expectativas normales en ambientes con ventilación natural.

■ CONCLUSIONES

Este ensayo presenta, de forma breve, algunas reflexiones emergentes sobre confort térmico. La primera de ellas es que la humedad relativa no puede ser ignorada en el modelo adaptativo de confort térmico de la ASHRAE. Nuestro trabajo demuestra que existe una señal para la humedad relativa, aunque sea más débil que la de la temperatura operativa. La utilización de nuevas y eficaces técnicas estadísticas nos permitieron descubrir la potencia precisa de dicha señal, la cual fue luego convertida en un modelo de confort térmico adaptativo revisado y de humedad ajustada.

En segundo lugar, aunque exista evidencia limitada de la aplicabilidad de estándares actuales en Bogotá, el descubrimiento clave es que limitar la oportunidad adaptativa afecta de manera considerable la comodidad de los ocupantes. Por lo tanto, no es suficiente que un edificio tenga únicamente ventilación natural; *debe* ser diseñado teniendo en cuenta las oportunidades adaptativas que le permitan operar eficientemente. Desde luego, como se ha subrayado en el presente ensayo, se requiere de más investigación en varias áreas del confort térmico. Esto incluye la validación de su uso en contextos domésticos, en otras regiones, así como también en otras poblaciones, como la de personas de edad avanzada.

However, a key finding for the naturally ventilated and mixed mode buildings were that they could not function effectively in these modes due to the lack of control experienced by the occupants.

This explains the significant discomfort experienced by occupants in the naturally ventilated building. Comfort operative temperatures (ComTo) are those temperatures which correspond to thermal votes between -1 and 1 on the perception scale (i.e. central neutral category). For the MV and MM office, 85% and 80% of the votes are within the central neutral category, while for the NV office only 62% of the votes are within it. Therefore, the ASHRAE and EN adaptive methods underestimate discomfort in the naturally ventilated office. This is further evidence of the impact of the availability of personal control (i.e. inoperable ventilation grates) in Cll 72-NV compared to normal expectations in natural-ventilated environments.

■ CONCLUSIONS

This paper briefly discusses some key emerging insights on thermal comfort. The first insight is that relative humidity cannot be ignored in the ASHRAE adaptive thermal comfort model. Our work shows that a signal for relative humidity exists, though it is weaker than that for operative temperature. The use of powerful new statistical techniques allowed us to uncover the precise strength of this signal, which was then converted into a revised humidity-adjusted model of adaptive thermal comfort. Secondly, although there is limited evidence for the applicability of current standards in Bogota, the key insight is that limiting the adaptive opportunity significantly affects occupant comfort. Hence, it is not sufficient for a building to be simply naturally ventilated; it *must* be designed with adaptive opportunities in mind for it to work efficiently. Further work is, of course, needed in several areas of thermal comfort, as highlighted in this paper. This includes the validation of their use in domestic contexts, in other regions, as well as for other populations, such as the elderly.



■ REFERENCIAS

- Andersen, I., Lundqvist, G. R. y Proctor, D. F. (1973). Human Perception of Humidity Under Four Controlled Conditions. *Archives Environ. Health Int. J.*, 26 (1), pp. 22-2.
- ASHRAE, ANSI. (2013). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2013. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers.
- Boerstra, A., Beuker, T., Loomans, M. y Hensen J. (2013). Impact of Available and Perceived Control on Comfort and Health in European Offices. *Archit. Sci. Rev.*, 56 (1), pp. 30-41.
- Candido, C., de Dear, R., Lamberts, R. y Salazar Bittencourt, L. (2010). Air Movement Acceptability Limits and Thermal Comfort in Brazil's Hot Humid Climate Zone. *Build. Environ.*, 45, (1), pp. 222-229.
- de Dear, R. J. y Brager, G. S. (1998). Developing an Adapting Model of Thermal Comfort and Preference. *ASHRAE Transactions*, 104, pp. 145-167.
- de Dear, R. J. y Brager, G. S. (2002). Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy Build.*, 34 (6), pp. 549-461.
- European Committee for Standardization, CEN. (2007). European Standard EN-15251. Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics. Brussels: European Committee of Standardization.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Jing, S., Li, B., Tan, M. y Liu, H. (2013). Impact of Relative Humidity on Thermal Comfort in a Warm Environment. *Indoor Built Environ.*, 22 (4), pp. 598-607.

■ REFERENCES

- Andersen, I., Lundqvist, G. R. & Proctor, D. F. (1973). Human Perception of Humidity Under Four Controlled Conditions. *Archives Environ. Health Int. J.*, 26 (1), pp. 22-2.
- ASHRAE, ANSI. (2013). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2013. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers.
- Boerstra, A., Beuker, T., Loomans, M. & Hensen J. (2013). Impact of Available and Perceived Control on Comfort and Health in European Offices. *Archit. Sci. Rev.*, 56 (1), pp. 30-41.
- Candido, C., de Dear, R., Lamberts, R. & Salazar Bittencourt, L. (2010). Air Movement Acceptability Limits and Thermal Comfort in Brazil's Hot Humid Climate Zone. *Build. Environ.*, 45, (1), pp. 222-229.
- de Dear, R. J. y Brager, G. S. (1998). Developing an Adapting Model of Thermal Comfort and Preference. *ASHRAE Transactions*, 104, pp. 145-167.
- de Dear, R. J. & Brager, G. S. (2002). Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy Build.*, 34 (6), pp. 549-461.
- European Committee for Standardization, CEN. (2007). European Standard EN-15251. Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics. Brussels: European Committee of Standardization.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Jing, S., Li, B., Tan, M. & Liu, H. (2013). Impact of Relative Humidity on Thermal Comfort in a Warm Environment. *Indoor Built Environ.*, 22 (4), pp. 598-607.

- Ling, J., Zhang, Y. y Zhang, Z. (2017). Human Responses to High Humidity in Elevated Temperatures for People in Hot-Humid Climates. *Build. Environ.*, 114, pp. 257-266.
- Natarajan, S., Rodriguez, J. y Vellei, M. (2015). A Field Study of Indoor Thermal Comfort in the Subtropical Highland Climate of Bogotá, Colombia. *Journal of Building Engineering*, 4, 237-246.
- Song, X., Yang, L., Zheng, W. y Lin, Y. (2015). Analysis on Human Adaptive Levels in Different Kinds of Indoor Thermal Environment. *Procedia Eng.*, 121, pp. 151-157.
- Vellei, M., Herrera, M., Fosas, D. y Natarajan, S. (2017). The Influence of Relative Humidity on Adaptive Thermal Comfort. *Building and Environment*, 124, 171-185.
- Zhang, Y., Zhang, J., Chen, H. y Meng, Q. (2014). Effects of Step Changes of Temperature and Humidity on Human Responses of People in Hot-Humid Area of China. *Build. and Environ.*, 80, pp. 174-183.
- Ling, J., Zhang, Y. & Zhang, Z. (2017). Human Responses to High Humidity in Elevated Temperatures for People in Hot-Humid Climates. *Build. Environ.*, 114, pp. 257-266.
- Natarajan, S., Rodriguez, J. & Vellei, M. (2015). A Field Study of Indoor Thermal Comfort in the Subtropical Highland Climate of Bogotá, Colombia. *Journal of Building Engineering*, 4, 237-246.
- Song, X., Yang, L., Zheng, W. & Lin, Y. (2015). Analysis on Human Adaptive Levels in Different Kinds of Indoor Thermal Environment. *Procedia Eng.*, 121, pp. 151-157.
- Vellei, M., Herrera, M., Fosas, D. & Natarajan, S. (2017). The Influence of Relative Humidity on Adaptive Thermal Comfort. *Building and Environment*, 124, 171-185.
- Zhang, Y., Zhang, J., Chen, H. & Meng, Q. (2014). Effects of Step Changes of Temperature and Humidity on Human Responses of People in Hot-Humid Area of China. *Build. and Environ.*, 80, pp. 174-183.

Sukumar es profesor titular del Departamento de Arquitectura e Ingeniería Civil del Centro de Energía y Diseño de Ambientes (EDEn) de la Universidad de Bath.

Su investigación principal se enfoca al confort térmico en interiores de edificios, emisiones de carbono, el modelado de energía de edificios, las interfaces de medición inteligente y el impacto de los edificios en los ocupantes.

Con una importante experiencia académica y de publicaciones al respecto, Sukumar viene al seminario patrocinado por el Royal Academy of Engineering del Reino Unido, como parte del proyecto “Climate driven building design and construction in the tropics; Tools and strategies to improve human comfort in Colombia” donde la Universidad Piloto colabora con la Universidad de Bath y Buro Happold

**Jacobo Bibliowicz, Hali Larsen,
Azam Khan**

(Grupo de Investigación de Sistemas
Complejos de Autodesk) CANADÁ
jacky.bibliowicz@autodesk.com

» DISEÑO GENERATIVO

PARA EL CONFORT EN LA ARQUITECTURA

GENERATIVE DESIGN ◀

FOR COMFORT IN ARCHITECTURE

■ INTRODUCCIÓN

El diseño arquitectónico es una tarea extremadamente compleja, ya que el diseñador debe balancear muchos objetivos, a veces conflictuados a mayor o menor escala. Por ejemplo, al diseñar un esquema de oficina, el objetivo primordial es el de proporcionar un ambiente cómodo para que sus ocupantes trabajen productivamente. En este caso, el diseñador debe integrar y controlar variables que involucren la estética, la luz natural y la iluminación artificial, requerimientos programáticos y las necesidades de los diferentes departamentos. Estas variables contribuyen a que los ocupantes se sientan cómodos y satisfechos en su lugar de trabajo y sean productivos.

■ INTRODUCTION

Architectural design is an extremely complex task, as the designer must balance many, sometimes conflicting, objectives at large and small scales. For example, in the design of an office layout, the primary goal is to provide a comfortable environment for occupants to work productively. Here, the designer must integrate and control variables involving aesthetics, daylight and illumination, programmatic requirements, and the needs of different departments. These variables contribute to the occupants' comfort and satisfaction with their workplace, supporting their productivity.



Figura 1. Render nocturno exterior de las oficinas de Autodesk en Toronto, Canadá.

Figure 1. Evening rendering of the Autodesk office in Toronto, Canada, from the outside.

La complejidad del problema de diseño aumenta por el hecho de que no existe una medición única, objetiva y fundamental de la productividad del trabajador. Haynes (2008b) sostiene que, en lugar de dicha métrica, la mejor medición de la productividad laboral se logra a través de la autoevaluación de los mismos trabajadores. Esto sugiere que proporcionarle a los ocupantes (o futuros ocupantes) confort y preferencias de condiciones de trabajo, como ingredientes del problema de diseño, mejora la capacidad del diseñador de generar una solución óptima.

Sin embargo, esto aumenta la complejidad de un problema ya de por sí complejo. Al manejar simultáneamente innumerables variables de entrada, el tradicional enfoque humano del diseño descompone un problema complejo en un subconjunto de problemas más pequeños y sencillos. Estos subproblemas son generalmente resueltos por medio de la heurística y las mejores prácticas. No obstante, este proceso no garantiza la mejor solución integral (Nagi, Villaggi, Zhao y Benjamin, 2017). Además, en términos de diseño, podría conducir a una “fijación en el diseño” en la que la producción creativa del diseñador se ve obstaculizada por una dependencia excesiva en tipos específicos de diseños ya conocidos (Youmans y Arciszewski, 2014). Por consiguiente, el diseño arquitectónico tradicional se encuentra mal equipado para incorporar al proceso de diseño preferencias centradas en los ocupantes.

Podemos abordar la complejidad y las limitaciones del método de diseño tradicional por medio de computadores. El uso de éstos ha tenido una larga y problemática historia en la arquitectura.

The complexity of the design problem is compounded by the fact that there is no unique, objective, fundamental measure of worker productivity. Haynes (2008b) argues that in lieu of such a metric, the best measure of worker productivity is given by the workers' self-assessment. This suggests that providing the occupants' (or future occupants') comfort and work-style preferences as ingredients to the design problem would enhance the designer's ability to generate an optimal solution.

However, this adds further complexity to an already complex problem. In order to handle a myriad of input variables concurrently, the traditional human approach to design breaks the complex problem into a subset of smaller, simpler subproblems. These subproblems are typically solved through heuristics and best practices. However, this process is not guaranteed to produce the best overall solution (Nagi, Villaggi, Zhao y Benjamin, 2017). Additionally, in the context of design, it may lead to “design fixation,” where the designer's creative output may be hindered by an overreliance on specific classes of known designs (Youmans y Arciszewski, 2014). Thus, traditional architectural design is ill-equipped to incorporate occupant-centric preferences into the design process.

We can address the complexity and limitations of traditional design methods using computers. Computer use has had a long and disruptive history in architecture.

Figura 2. Ubicación de sensores y datos de sensores superpuestos en una visualización del modelo de información del edificio utilizando Dasher360 (Autodesk Project).

Figure 2. Location of sensors and sensor data overlaid on a visualization of the building information model using Dasher360.



2.

Aunque las herramientas CAD originales sólo imitaban el flujo de trabajo del dibujo técnico de los arquitectos, las nuevas herramientas van más allá de las simples representaciones gráficas para capturar información sobre los objetos en el edificio y las relaciones entre sí. Estas representaciones del conocimiento de la construcción, conocidas como Modelos de Información de Construcción (BIM, *Building Information Modelling*), posibilitan la modelación de las relaciones entre ocupantes, aunque suelen ser poco utilizadas (Eastman, Teicholz, Sacks y Liston, 2008).

En cuanto a la planificación del espacio, se ha explorado el manejo de complejidades a través del paradigma computacional conocido como diseño generativo. En este paradigma, un algoritmo de optimización evalúa iterativamente diseños únicos posibles con base en objetivos de rendimiento predeterminados y utiliza esta información para desarrollar mejores diseños. Aunque la aplicación de este paradigma ha sido ampliamente estudiada, la manera de incorporar mediciones de rendimiento pertinentes al confort y a las preferencias de condiciones de trabajo ha sido poco explorada.

Although original CAD tools simply mimicked the drafting workflows of architects, newer tools are able to capture more of a building's complexity. New capabilities move beyond simple graphical representations to capture the information about objects in the building and their relationships. These building knowledge representations, known as *building information models*, (BIM), have affordances for modeling occupant relationships, but they customarily receive little use (Eastman, Teicholz, Sacks y Liston, 2008).

In the context of space planning, complexity management has been explored through a computational paradigm known as *generative design*. In this paradigm, an optimizing algorithm iteratively evaluates possible unique designs according to pre-specified performance objectives, and uses this information to develop improved designs. Although the application of this paradigm has been studied extensively in the literature, there has been very little exploration on how to incorporate performance metrics accounting for human comfort and workstyle preferences.

A continuación, describimos el enfoque que, con el uso del diseño generativo, desarrolló Autodesk Research en el diseño de su nuevo espacio de oficinas en Toronto, Canadá. Describimos brevemente los componentes del flujo de trabajo del diseño generativo como herramienta de exploración de diseños. Luego analizamos los objetivos de diseño que se desarrollaron para incluir el confort y las preferencias de condiciones de trabajo en el proceso de exploración. Después suministramos los detalles del modelo real del espacio de oficinas y su implementación. Por último, concluimos con una discusión sobre el trabajo que se viene haciendo por validar el diseño y la permanente mejora del entorno construido.

■ REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La aplicación del diseño generativo al problema de la planeación espacial ha sido ampliamente investigada, por lo general en el contexto de algoritmos genéticos y evolutivos (Calixto y Celani, 2015). Estos algoritmos pueden utilizarse en la exploración de diseños arquitectónicos ya que estudian estocásticamente el espacio de diseño a fin de establecer una configuración óptima para los parámetros de entrada. Otros algoritmos, como el del descenso de gradiente, imponen restricciones a la relación entre las funciones objetivas y sus parámetros de entrada, lo cual no se puede lograr usualmente con los modelos generativos (Nagy, Lau, Locke, Stoddart, Villaggi, Wang, Zhao y Benjamin, 2017a).

En las metodologías mencionadas rara vez se han incluido las preferencias humanas en la optimización, dado que, según afirma Takagi (1998), se ha comprobado que evaluar la idoneidad de una solución de diseño de acuerdo con preferencias personales ha resultado difícil. En su enfoque de *computación evolutiva interactiva*, Takagi elimina la necesidad de codificar las preferencias de usuario en las funciones calificadoras. En su lugar, propone que el usuario suministre su puntaje interactivamente. Aunque esto asegura la captura precisa de la preferencia humana, resulta dispendioso para el usuario y menos viable cuando se están incorporando simultáneamente las preferencias de todos los ocupantes de un espacio grande de oficinas. La metodología aquí presentada desarrolla mediciones de rendimiento cuantitativas basadas en las entradas de datos futuros ocupantes.

In the following, we describe the approach Autodesk Research developed to establish the layout of its new office space in Toronto, Canada, using generative design. We briefly describe the components of the generative design pipeline as a design exploration tool. We then discuss the design objectives developed to include occupant comfort and workstyle preference into the design exploration. Next, we provide the details for the actual design model of the office space and its implementation. Finally, we conclude by discussing ongoing work toward validation of the design and continuous improvement of the built environment.

■ LITERATURE REVIEW

The application of generative design to the space planning problem has been extensively researched, mostly in the context of genetic or evolutionary algorithms (Calixto y Celani, 2015). These algorithms are suitable for exploration of architectural designs since they stochastically search the design space to learn the optimal configuration of input parameters. Other algorithms, such as gradient descent, place restrictions on the relationship between the objective functions and their input parameters, which, usually, cannot be satisfied by generative models (Nagy, Lau, Locke, Stoddart, Villaggi, Wang, Zhao y Benjamin, 2017a).

In the above methodologies, rarely were human preferences included in the optimization, since, as stated by Takagi (1998), evaluating the suitability of design solution according to personal preferences has proven difficult. In his *interactive evolutionary computation* approach, Takagi eliminates the need for encoding user preferences into scoring functions. Instead, he proposes to enlist the human user to provide his/her score interactively. While this ensures that the human preference is accurately captured, it is time consuming for the user and becomes less feasible when simultaneously incorporating the preferences of every occupant in a large office space. Instead, the methodology presented here develops quantitative performance measures based on the input of future occupants.

■ DISEÑO GENERATIVO

El poder del diseño generativo radica en el enfoque iterativo con el que se desarrollan y evolucionan los diseños. Conceptualmente, el paradigma del diseño generativo es bastante sencillo, ya que sólo existen tres componentes en su flujo de trabajo. Un *generador* arroja soluciones al problema de diseño con base en pocos parámetros, un *evaluador* califica soluciones individuales con base en los objetivos deseados y un *optimizador* modifica el ingreso de los parámetros dados al generador con base en los resultados del evaluador, ajustando y potencialmente mejorando la solución para cada iteración. A continuación, describimos cada componente más detalladamente.

» GENERADOR

Este componente crea soluciones únicas para el problema de diseño. Es un modelo digital que encapsula todas las posibles soluciones al diseño, codificadas en un número más pequeño de parámetros de entrada. Cada parámetro representa un eje del “espacio” conceptual del diseño y, al circular en dicho espacio, se generan soluciones únicas que son remitidas a otros componentes del flujo de trabajo del diseño generativo (Nagy, Villaggi, Zhao y Benjamin, 2017b). El generador captura tanto las restricciones geométricas del problema de diseño como la visión y el concepto del diseñador, los cuales se codifican en el algoritmo generador de soluciones (Nagy, et al., 2017b). Los generadores se construyen usualmente a través de paradigmas de computación convencionales, con los cuales los arquitectos ya están familiarizados, como lo son la programación por procedimientos y el diseño paramétrico (Woodbury, 2010; Goldstein y Khan, 2017).

Un buen generador equilibra un par de factores de compensación (Nagy, et al., 2017a). Como primera medida, no debe ser tan sencillo que no permita suficiente variación del espacio de diseño, pero tampoco tan flexible que produzca demasiadas soluciones (prejuicio/varianza). Además, el generador debe ser lo suficientemente complejo como para generar soluciones nuevas e interesantes (complejidad). Sin embargo, su espacio de parámetros debe ser restringido, en el sentido de que pequeñas variaciones en los valores de los parámetros no dan lugar a soluciones demasiado disímiles, lo cual sería problemático para la optimización (continuidad) (Nagy, et al., 2017a).

■ GENERATIVE DESIGN

The power of generative design lies in the iterative approach in which designs are evolved. Conceptually, the generative design paradigm is quite simple, as there are only three components in the pipeline. A *generator* spawns solutions to the design problem based on a few parameters, an *evaluator* scores individual solutions against the desired objectives, and an *optimizer* modifies the input parameters given to the generator based on the results of the evaluator, evolving and potentially improving the solution at each iteration. We discuss each component further below.

» GENERATOR

This component creates unique solutions to the design problem. It is a digital model encapsulating all the possible design solutions, codified into a small number of input parameters. Each parameter represents an axis of the conceptual design “space,” and by moving around in this space, unique solutions are generated and forwarded to other components of the generative design pipeline (Nagy, Villaggi, Zhao y Benjamin, 2017b). The generator captures both the geometric constraints of the design problem and the designer’s vision and concept, which are encoded into the solution generating algorithm (Nagy, et al., 2017b). Generators are typically built through conventional computing paradigms that are already familiar to architects, such as procedural programming and parametric design (Woodbury, 2010; Goldstein y Khan, 2017).

A good generator balances a couple of trade-offs (Nagy, et al., 2017a). First, the generator must not be so simple that it does not allow enough variation of the design space, yet must not be so flexible as to produce too many solutions (bias/variance trade-off). Additionally, the generator must be complex enough to generate novel and interesting solutions (complexity). However, its parameter space should be restricted in the sense that small variations in parameter values do not lead to wildly dissimilar solutions, which would be problematic for the optimization (continuity) (Nagy, et al., 2017a).

» EVALUADOR

Este componente toma una solución individual del problema de diseño para evaluarlo con base en los objetivos. Las mediciones pueden ser arbitrarias siempre y cuando calculen un puntaje de una sola solución de diseño. Existen tres grupos de medición de rendimiento: las que pueden ser fácilmente cuantificables por herramientas existentes; aquellas que pueden ser teóricamente cuantificadas pero que no existen herramientas para hacerlo, así es que deben ser desarrolladas; y aquellas que no pueden ser cuantificadas y deben ser tratadas por fuera del flujo de trabajo del diseño generativo (por ejemplo, la estética). Como el último conjunto de mediciones de rendimiento no puede ser incorporado al proceso de diseño, debe ser procesado por otro medio. Así es que, después de aplicar el diseño generativo, el diseñador recibe un cierto número de soluciones por explorar, en lugar de una solución final. En este contexto, entonces, se debe considerar el diseño generativo como herramienta de *exploración* en lugar de una de una herramienta de *optimización del diseño*.

La fase de evaluación es, en términos informáticos, la más costosa del proceso de diseño generativo debido al costo que implica calcular las mediciones objetivas. Esto puede implicar una gran cantidad de cálculos geométricos o de simulación como, por ejemplo, de confort térmico o rendimiento de la luz natural (Rockcastle, Ámundadóttir y Andersen, 2017).

» OPTIMIZADOR

El optimizador busca el espacio de soluciones del diseño para iterar y mejorar los puntajes de los objetivos de éste. Esto se logra al reutilizar una familia de algoritmos para la *optimización multiobjetivo no lineal*, cuyo objeto es maximizar los puntajes en cada medición objetiva, simultáneamente. Cabe anotar que, en muchos casos, las mediciones objetivas entrarán en conflicto entre sí de maneras imprevistas. Así es que no siempre existe la mejor solución. Sin embargo, habrá una familia de soluciones óptimas, en el sentido de que cualquier cambio hecho al diseño que aumente el valor de una medición objetiva necesariamente disminuirá el valor de una o más de las mediciones restantes. Esta familia de soluciones

» EVALUATOR

This component takes an individual solution to the design problem and evaluates it according to the goals of the design. The metrics can be arbitrary, as long as they compute a score from a single design solution. There are three groups of performance metrics: those that can be easily quantified by existing tools; those that can be theoretically quantified, but no tools exist to do so, so they must be developed; and those that cannot be quantified and must be addressed outside of the generative design pipeline (for example, aesthetics). As the latter set of performance metrics cannot be incorporated into the generic design process, they must be dealt with elsewhere. Thus, after applying generative design, the designer receives a number of solutions to explore, rather than a final solution. In this context, then, generative design must be considered a design *exploration* tool rather than a design *optimization* tool.

The evaluation stage is the most computationally expensive stage of the generative design process due to the cost of computing the objective metrics. These may involve vast amounts of geometric computation or simulation (for example, thermal comfort or daylight performance). Additionally, they may include non-physics-based criteria such as business goals or comfort measures (Rockcastle, Ámundadóttir y Andersen, 2017).

» OPTIMIZER

The optimizer searches the space of design solutions, iterating and improving the design's objective scores. This is accomplished by leveraging a family of algorithms for *nonlinear multiobjective optimization*, whose goal is to maximize the scores in each objective metric simultaneously. Note that in many cases, the objective metrics will be in conflict with each other in unexpected ways. Thus, there isn't always a best solution. However, there is a family of optimal solutions in the sense that any change to the design that increases the value of one objective metric will necessarily decrease the value of one or more of the remaining metrics. This family of *dominant* solutions are the

dominantes es la que vale la pena estudiar con más detalle a fin de evaluar su estética y otras cualidades no capturadas en las mediciones del evaluador.

Un algoritmo particularmente útil para la optimización no lineal en el diseño arquitectónico es la del algoritmo genético multiobjetivo (MOGA, *Multiobjective Genetic Algorithm*), ya que es capaz de manejar parámetros continuos y discretos mediante muestreos estocásticos del espacio del diseño con relativo poco riesgo de caer en un mínimo local. Esta propiedad explica por qué los algoritmos evolutivos han sido tan populares en los escritos sobre planificación espacial (Calixto y Celani, 2015; Nagy *et al.*, 2017b).

■ MEDICIONES DE CONFORT Y CONDICIONES DE TRABAJO

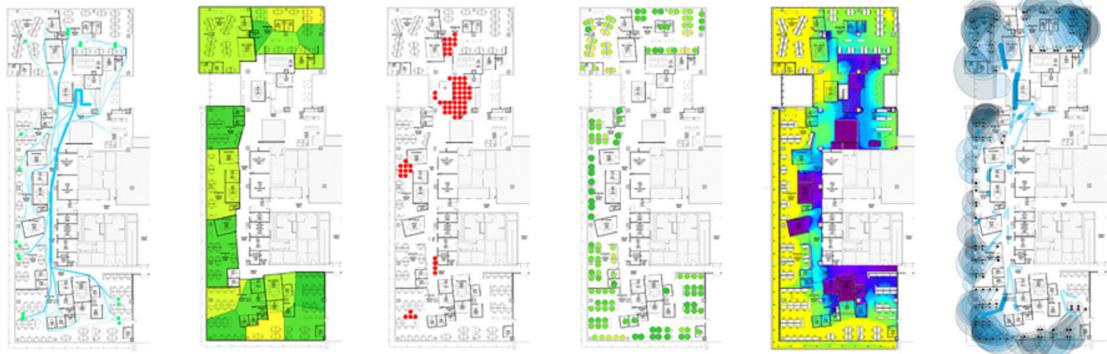
Para seguir promoviendo la adopción de la metodología del diseño generativo que incluye mediciones de confort y condiciones de trabajo, tomamos en consideración el diseño de oficinas de planta abierta. Este tipo de disposición posibilita a los trabajadores interactuar espontáneamente —una cualidad que se piensa tiene un gran impacto positivo en la productividad—. Además, los planos abiertos proveen flexibilidad y adaptabilidad y son atractivos debido a sus bajos costos. Sin embargo, la oficina de plano abierto también aumenta la posibilidad de distracciones visuales y auditivas, las cuales son percibidas como muy negativas debido a que afectan la productividad (Haynes, 2008a). Por supuesto, los objetivos de aumentar la interacción, disminuir las distracciones y reducir los costos entran en conflicto con este diseño. Desafortunadamente, en tales casos, el confort es con frecuencia sacrificado en aras de medidas que reduzcan los gastos (Robertson, 1990). Aquí proponemos que es posible lograr una disposición más óptima, una que otorgue el mismo peso a cada una de dichas medidas, mediante la incorporación de las preferencias de confort y condiciones de trabajo en un marco de diseño generativo.

ones worth exploring further to evaluate their aesthetic and other qualities not captured in the evaluator metrics.

A particularly useful algorithm for nonlinear optimization in architectural design is the multiobjective genetic algorithm (MOGA), since it is capable of handling continuous and discrete parameters by stochastically sampling the design space with relatively little danger of falling into a local minimum. This property explains why evolutionary algorithms have been so popular in the space-planning literature (Calixto y Celani, 2015; Nagy *et al.*, 2017b).

■ COMFORT AND WORK STYLE MEASURES

To further motivate the adoption of the generative design methodology that includes comfort and work style metrics, we consider the open-plan office layout. This layout provides affordances for workers to interact spontaneously—a quality perceived as having a strong positive impact on productivity. Additionally, open plans provide flexibility and adaptability, and are attractive due to their low costs. However, the open-plan office also increases the chances of visual and auditory distractions, which are perceived as most negatively affecting productivity (Haynes, 2008a). Clearly, the goals of increasing interactions, decreasing distractions, and reducing costs are at odds in this design. Unfortunately, in such instances, comfort is often sacrificed in favor of cost-saving measures (Robertson, 1990). We propose here that a more optimal layout, giving the same weight to each of these measures, can be found by incorporating comfort and workstyle preferences into a generative design framework.



3.

Como no existe un acuerdo universal sobre la definición de confort (Haynes, 2008b), desarrollar mediciones cuantificables del confort no es tarea sencilla. Para complicar más el asunto, no toda variable del confort es relevante al problema de la disposición; por ejemplo, la disposición de la oficina tiene un efecto en la luz natural y las vistas hacia el exterior, pero la temperatura y la calidad del aire están determinadas por el sistema de calefacción y refrigeración (HVAC), el cual es diseñado después de establecida la distribución. Así, las mediciones cuantificables para el confort utilizadas en una optimización de diseño generativo pueden ser específicas para problemas de diseños particulares.

Autodesk Research desarrolló una metodología para la creación de mediciones centradas en los ocupantes como parte del proceso de diseño del nuevo espacio de oficinas de Autodesk en Toronto, Canadá (Villaggi, Stoddart, Nagy y Benjamin, 2018). El flujo de trabajo consistió en recoger datos sobre las preferencias, estructurarlos para su utilización en la evaluación del diseño y obtener mediciones cuantitativas de rendimiento para su uso en el evaluador.

Para obtener las preferencias, se realizaron encuestas a los futuros ocupantes del espacio de oficina. La finalidad de dichas encuestas fue la de obtener información sobre dos tipos de preferencias. Las preferencias de *adyacencia* describen el deseo de los trabajadores de estar cerca de los servicios u otros miembros del equipo y las de *condiciones de trabajo*

As there is no universally agreed-upon definition of comfort (Haynes, 2008b), developing quantifiable metrics of comfort is not straightforward. To complicate the task further, not every comfort variable is relevant to the layout problem; for example, the office layout has an effect on daylight and views to the outside, but temperature and air quality are determined by the HVAC system, which is designed after the layout has been determined. Thus, the quantifiable metrics for comfort used in a generative design optimization may be specific to particular design problems.

A methodology for creating occupant-centered metrics was developed by Autodesk Research as part of the design process for Autodesk's new office space in Toronto, Canada (Villaggi, Stoddart, Nagy y Benjamin, 2018). The workflow consisted of collecting preference data and structuring it for use in the design evaluation, and deriving quantitative performance metrics for use in the evaluator.

To obtain worker preferences, surveys were sent out to the future occupants of the office space. The focus of these surveys was to obtain data from two types of preferences. *Adjacency* preferences describe the workers desire to be close to amenities

describen el entorno de trabajo preferido por los ocupantes, caracterizado por la cantidad de luz natural, vistas hacia el exterior y tolerancia al ruido y otras distracciones. Finalmente, la información fue codificada para fácil acceso del computador.

Después, se desarrollaron expresiones geométricas para las preferencias de adyacencia y de condiciones de trabajo a fin de cuantificar estas medidas. Por ejemplo, se calcularon las *vistas al exterior* desde el espacio de trabajo de cada ocupante, basadas en un plano de planta en particular, para hacer un muestreo de 3600 de las vistas que rodean el espacio de trabajo y se contó el número de muestras que daban a una ventana exterior. Además de las vistas al exterior, las medidas de condiciones de trabajo incluyeron *luz natural, productividad* (calificadas con base en el campo visual a distracciones y proximidad del ruido) y *ruido ambiental (buzz)*; proximidad a las áreas de alta actividad).

Para validar las mediciones, los espacios de los ocupantes actuales se modelaron y calificaron mediante el uso de nuevas medidas. Adicionalmente, se le solicitó a un subgrupo de ocupantes que calificara sus espacios de trabajo con base en descripciones de alto nivel para cada medida. Se hicieron modificaciones a las medidas que evidenciaban discrepancias entre lo percibido y los puntajes calculados hasta que todas las mediciones demostraron correlaciones fuertes.

■ DISEÑO DE LA DISPOSICIÓN DEL ESPACIO DE OFICINA

Las métricas objetivas descritas proporcionaron el componente de evaluación del marco del diseño generativo. Para completar la aplicación del diseño generativo, describimos brevemente el desarrollo total del plano de planta de la nueva oficina (Nagy et al., 2017b).

Figura 3. Métricas de diseño, de izquierda a derecha: adyacencia, condiciones de trabajo, ruido ambiental, productividad, luz natural y vistas al exterior.

Figure 3. Design metrics from left to right: adjacency, work style, buzz, productivity, daylight, and views to the outside.

or to other members of the team, and *work style* preferences describe the occupants' preferred work environment, characterized by amount of daylight, views to the outside, and tolerance for noise and other distractions. Finally, the data was encoded for easy access by the computer.

Next, geometric expressions for both adjacency and work style preferences were developed to quantify these measures. For example, the *views to the outside* from each occupant workspace in a particular floor-plan were computed by sampling the 360° views around the workspace and counting the number of samples that hit an exterior window. Along with views to the outside, work style metrics included *daylight, productivity* (scored based on line-of-sight to distractions and proximity to noise), and *buzz* (proximity to areas of high activity).

To validate the measures, occupants' current workspaces were modeled and scored using the new measures. Additionally, a subset of occupants were asked to score their workspaces based on high-level descriptions of each measure. Modifications were made to those measures that showed discrepancies between the perceived and computed scores until all of the measures demonstrated strong correlations.

■ DESIGN OF THE OFFICE SPACE LAYOUT

The objective metrics described above provided the evaluation component of the generative design framework. To complete the generative design application, we briefly describe the full development of the new office floor plan (Nagy et al., 2017b).

Antes de comenzar el proceso de diseño generativo, se requiere un estudio del problema y de las restricciones del diseño para crear una visión de la solución. Para la nueva oficina de Autodesk las restricciones incluían los esquemas de planos de planta, los requerimientos programáticos y de ocupación, así como requerimientos variados específicos del equipo. La visión arquitectónica para el proyecto consistió en dividir el plano de planta en “vecindarios” que serían ocupados por cada equipo, obteniendo así un componente sencillo para la generación del diseño. Tres parámetros codificaron el diseño de cada vecindario: dos para la codificación del punto central del vecindario y un tercer parámetro, que indicara en qué margen del vecindario estarían ubicados los servicios. Con quince vecindarios por procesar, se encapsuló cada diseño generado en 45 parámetros.

Before beginning the generative design process, a study of the design problem and design constraints is required, and a vision for the solution is created. For the new Autodesk office, the constraints included the outlines of the floorplans, programmatic and occupancy requirements, and varying team-specific requirements. The architectural vision for the project broke up the floorplan into “neighborhoods” that each team would occupy, leading to a simple design generation component. Three parameters encoded the design of each neighborhood: two for encoding the center point of the neighborhood, and a third parameter indicating on which edge of the neighborhood the local amenities would be placed. With fifteen neighborhoods to lay out, each generated design was encapsulated into 45 parameters.



2nd Floor

Una vez equipados con este generador de diseño y con las mediciones centradas en las ocupantes descritas anteriormente, se ejecutó el proceso de optimización. Nótese que, debido a que un parámetro por vecindario es una variable discreta, no diferenciable, se requiere del uso de un optimizador estocástico y multiobjetivo no lineal, como el MOGA, para hacer evolucionar el diseño. El resultado arrojado por el MOGA es una familia de soluciones dominantes.

En aplicaciones de diseño generativo a otros campos, como la optimización mecánica de formas, todos los objetivos son cuantificables y pueden ser optimizados a través del diseño generativo al proporcionar una, o un conjunto pequeño de, mejores soluciones. En contraste, las soluciones dominantes generadas en el contexto arquitectónico tan solo proveen un punto de partida para la exploración y evaluación de medidas subjetivas no cuantificables, como son la belleza y la novedad. Por esta razón, en este contexto el diseño generativo es considerado una herramienta de exploración en lugar de una de optimización.

La exploración y el análisis de los resultados arrojados por el MOGA demostraron que los planos generados acomodaban las preferencias de los ocupantes de varias maneras no intuitivas. Como se puede ver en la imagen 4, se generaron conexiones de “callejón” entre los vecindarios contiguos, aumentando así sus puntajes de adyacencia (flecha roja). También, las alineaciones atípicas de paredes y espacio parecían ocultar las distracciones (2B, superior izquierda). Estas disposiciones también proveían más luz natural a ciertos vecindarios (2B) y más privacidad a otros (2C) (Villaggi et al., 2018). Los resultados destacan el poder del diseño generativo, ilustrando cómo puede producir diseños por fuera de las mejores prácticas generalizadas y ajustarse a las necesidades de confort y de condiciones de trabajo de los ocupantes.

Equipped with this design generator and the occupant-centric measures discussed earlier, the optimization process was executed. Note that, because one parameter per neighborhood is a discrete, non-differentiable variable, the use of a stochastic, nonlinear multiobjective optimizer such as MOGA is required to evolve the design. The output of MOGA is a family of dominant solutions.

In applications of generative design in other fields, such as mechanical shape optimization, all of the objectives are quantifiable and can be optimized through generative design, providing one, or a small set, of best solutions. In contrast, the dominant solutions generated in the architectural context merely provide a starting point for the exploration and evaluation of subjective, non-quantifiable measures, such as beauty and novelty. This is why, in this context, generative design is considered an exploration tool rather than an optimization tool.

Exploration and analysis of the MOGA output showed that the generated office layouts accommodated occupant preferences in several non-intuitive ways. As seen in Figure 5, “back-alley” connections were generated between contiguous neighborhoods, increasing their adjacency scores (red arrow). Also, non-standard wall and room alignments appeared to obscure distractions (2B, top left). These arrangements also provided more daylight to certain neighborhoods (2B) and more privacy to others (2C) (Villaggi et al., 2018). The results underscore the power of generative design, illustrating how it is capable of producing designs outside of generalized best practices and conform to occupants’ comfort and work style needs.

Figura 4. Ejemplos de las características de diseño no intuitivo producidos por medio del proceso de diseño generativo.

Figure 4. Examples of non-intuitive design features produced through the generative design process.

■ EL ENTORNO CONSTRUIDO

Ahora que los empleados de Autodesk se hallan trabajando en su nuevo espacio de oficinas, es tentador preguntarles si sus preferencias fueron satisfechas o no en el entorno construido. La pregunta, sin embargo, es difícil de responder ya que la evolución de las preferencias individuales y de equipos de trabajo serían obsoletas frente a los datos originales. No obstante, sería razonable encuestar a los usuarios actuales a fin de entender sus preferencias de confort y de condiciones de trabajo y adaptar la disposición de la oficina de acuerdo con la nueva información obtenida. Es más, usaríamos el mismo flujo de trabajo del diseño generativo que creó el plano de planta original a fin de hallar un plano alternativo que se ajuste mejor a los ocupantes nuevos y existentes. Esto sugiere que extendamos el flujo de trabajo del diseño generativo más allá del diseño de construcción a operaciones de construcción por medio de un bucle de retroalimentación.

Para explorar esta nueva ruta de investigación, estamos desarrollando una aplicación, la *Workplace App*, para recoger retroalimentación vigente sobre las preferencias personales de los ocupantes y su percepción del confort (Larsen, Glueck, White, Nogueira y Khan, 2018). Estos datos proporcionan entradas a nuevas iteraciones del proceso de diseño generativo y nos informa si la disposición de la oficina actual sigue satisfaciendo las preferencias de sus ocupantes. Adicionalmente, podemos minar los datos de las medidas ambientales (temperatura, CO₂, etc.), obtenidas del sistema de automatización del edificio o de los cubículos de los ocupantes (Attar, Hailemariam, Breslav, Khan y Kurtenbach, 2011), para mejorar nuestros algoritmos. También podemos aprovechar los modelos 3D, generados durante el proceso de diseño y construcción, a fin de aportar geometrías más precisas para la evaluación de las métricas cuantificables del diseño. Estas métricas se emplearían en la simulación para identificar comportamientos emergentes (Marsh y Khan, 2011), capturando así toda la complejidad del entorno construido. Además, se pueden incorporar métricas para capturar otros atributos no físicos, tales como costos o metas empresariales.

■ THE BUILT ENVIRONMENT

Now that Autodesk employees are working from their new office space, it is tempting to ask the occupants whether or not their preferences were satisfied in the built environment. The question, however, is difficult to answer, as the evolution of work teams and individual preferences would obsolete the original data. However, it would be reasonable to survey the current occupants to understand their comfort and work style preferences and adapt the office layout accordingly. Further, we would use the same generative design workflow that created the original floor plan to find an alternative floor plan better suited for existing and new occupants. This suggests we extend the generative design workflow beyond building design to building operations through a feedback loop.

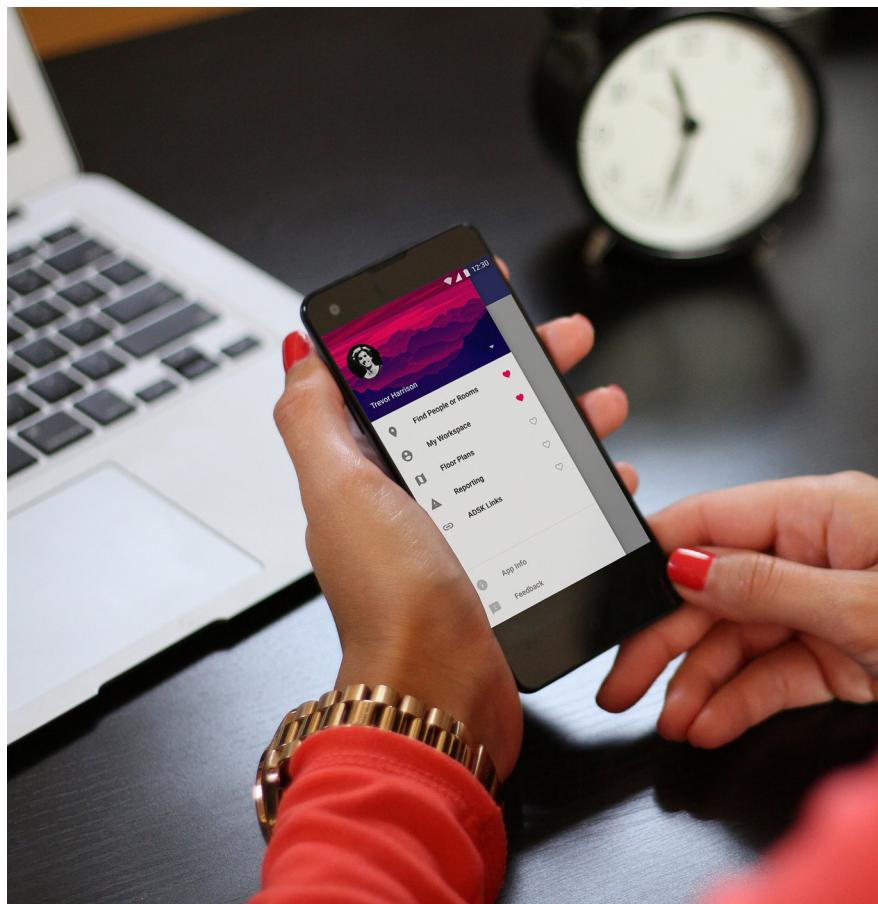
To explore this new avenue of research, we are developing an application, the *Workplace App*, to gather ongoing feedback on occupants' personal work style preferences and perceived comfort (Larsen, Glueck, White, Nogueira y Khan, 2018). This data provides input to new iterations of the generative design process, informing us whether the current office layout continues to satisfy occupant preferences. In addition, we can data-mine environmental measurements (temperature, CO₂, etc.), obtained from the building automation system or from the occupants cubicle (Attar, Hailemariam, Breslav, Khan y Kurtenbach, 2011), to better inform our algorithms. We can also leverage 3D models, generated during the design and construction process, to provide more accurate geometries for the evaluation of quantifiable design metrics. These metrics may leverage simulation to identify emerging behaviors (Marsh y Khan, 2011), capturing the full complexity of the built environment. Additionally, metrics to capture other non-physical attributes, such as cost or business goals, could be incorporated.

Figura 5. Captura de pantalla de la aplicación *Workplace App*.

Figure 5. A screenshot of the *Workplace App*.

Al utilizar la oficina de Toronto como un laboratorio vivo (*living lab*), exploramos el mejoramiento continuo del entorno construido en aras del confort y el rendimiento del edificio. Al aprovechar el diseño generativo en la optimización del espacio de trabajo, en combinación con la retroalimentación constante obtenida por medio de la aplicación Workplace App, esperamos llegar a una mejor comprensión de la relación entre el entorno construido y la percepción que tienen los ocupantes del confort y la productividad.

Using the Toronto office as a living lab, we are exploring continuous improvement of the built environment for comfort and building performance. By leveraging generative design for workspace optimization, combined with ongoing feedback from the Workplace App, we hope to further understand the relationship between the built environment and the occupants' perceived comfort and productivity.



5.

■ CONCLUSIONES

Hemos descrito una metodología de diseño novedosa para la generación de planos de planta de espacios de oficina por medio del diseño generativo. Demostramos cómo esta metodología incorpora más complejidad en el diseño final que la que suelen

■ CONCLUSIONS

We have described a novel design methodology for the generation of office space floor plans through generative design. We demonstrate how this methodology incorporates more complexity into the final design than the traditional

presentar los procesos de diseño tradicionales. Además, el diseño generativo puede producir soluciones que optimicen los objetivos conflictuados. Describimos un mecanismo que incorpora las mediciones de las preferencias de confort y condiciones de trabajo de los ocupantes en la exploración del diseño. Finalmente, hemos presentado nuestra visión de un mejoramiento continuo de los espacios de oficina mediante la re-aplicación del diseño generativo en combinación con una retroalimentación permanente por parte de los usuarios acerca de sus preferencias de confort y condiciones de trabajo.

Aclaramos que las métricas de confort aquí presentadas no son de manera alguna exhaustivas y muchas preguntas investigativas sin respuesta quedan aún por explorar. Por ejemplo, sería interesante aplicar, en el proceso de diseño generativo de futuros trabajos, las medidas de los estándares establecidos para el rendimiento de edificios (LEED, 2018) y los estándares para el confort y el bienestar (WELL, 2018). Como dichos objetivos suelen entrar en conflicto con el rendimiento de la edificación, combinarlos en una sola optimización puede aportar información sobre las contrapartidas que pueda haber entre ellos. También, al incorporar los procesos del diseño generativo en fases posteriores del flujo de trabajo del diseño arquitectónico —por ejemplo, para la selección de material o el diseño del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) (Berquist, Tessier, O'Brien, Attar y Khan, 2017)—, podríamos superar la subdivisión de problemas arquitectónicos y pasar a apoyar la exploración de aspectos críticos del rendimiento de edificios. Más allá de los requerimientos de los usuarios, otros criterios no físicos, como las metas empresariales y la economía del proyecto, podrían ser modelados y evaluados como parte del sistema de diseño generativo. Finalmente, cuando suficientes características de este tipo hayan sido codificadas en el sistema, éste podrá operar a diario a fin de hacer recomendaciones actualizadas y dar lugar a cambios que tengan una buena relación costo/beneficio, apoyando así una dinámica de mejora continua.

design process is capable of. Further, generative design can generate solutions that optimize conflicting goals. We described a mechanism to incorporate measures of occupant comfort and work style preference into the design exploration. Finally, we have provided our vision for the continuous improvement of office spaces through the reapplication of generative design coupled with ongoing user feedback about comfort and work style preferences.

We note that the comfort metrics presented here are by no means exhaustive, and there are many unanswered research questions to explore. For example, as future work, it would be interesting to apply the measures of established standards for building performance (LEED, 2018) and standards for comfort and wellness (WELL, 2018) into the generative design process. As these goals of comfort is generally at odds with building performance, combining these into a single optimization may provide intuition of the tradeoffs between them. Also, by incorporating generative design processes into later stages of the architectural pipeline—for example, for material selection or HVAC design (Berquist, Tessier, O'Brien, Attar y Khan, 2017), we could then go beyond architectural subdivision problems to support the exploration of critical aspects of building performance. Beyond user requirements, other non-physics based criteria, such as business goals and project economics, can be modelled and evaluated as part of a generative design system. Finally, when enough of these features have been encoded into the system, it can be run daily to make ongoing recommendations for changes with good cost/benefit ratios, ultimately supporting continuous improvement.



■ REFERENCIAS

Attar, R., Hailemariam, E., Breslav, S., Khan, A. y Kurtenbach, G. (2011). Sensor-enabled cubicles for occupant-centric capture of building performance data. En *ASHRAE Annual Conference*.

Autodesk Project. Dasher360. Disponible en: <https://dasher360.com/>

Berquist, J., Tessier, A., O'Brien, W., Attar, R. y Khan, A. (2017, jun.). An investigation of generative design for heating, ventilation, and air-conditioning. En M. Turrin, B. Peters, W. O'Brien, R. Stouffs, y T. Dogan, *2017 Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*. Toronto: Simulation Councils.

Calixto, V. y Celani, G. (2015). A literature review for space planning optimization using an evolutionary algorithm approach: 1992-2014. *Blucher Design Proceedings*, 2(3): 662-671.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. y Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing.

Goldstein, R. y Khan, A. (2017). Simulation-Based Architecture. En S. Mittal, U. Durak y T. Ören (Eds.), *Guide to Simulation-Based Disciplines: Advancing our Computational Future* (pp. 167-182). Cham: Springer International Publishing. DOI [10.1007/978-3-319-61264-5_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61264-5_8)

Haynes, B. P. (2008a). The impact of office layout on productivity. *Journal of Facilities Management*, 6(3):189-201. DOI: [10.1108/14725960810885961](https://doi.org/10.1108/14725960810885961)

Haynes, B. P. (2008b). The impact of office comfort on productivity. *Journal of Facilities Management*, 6(1):37-51. DOI: [10.1108/14725960810847459](https://doi.org/10.1108/14725960810847459)

Larsen, H., Glueck, M., White, T., Nogueira, A. y Khan, A. (2018). The Workplace App: Toward continuous office space improvement. En *CHI 2018 Extended Abstracts*, CHI EA '18. New York, NY: ACM.

LEED Standard. Recuperado el 20 de abril de 2018 en <https://new.usgbc.org/leed>

■ REFERENCIAS

Attar, R., Hailemariam, E., Breslav, S., Khan, A. & Kurtenbach, G. (2011). Sensor-enabled Cubicles for Occupant-centric Capture of Building Performance Data. In *ASHRAE Annual Conference*.

Autodesk Project. Dasher360. <https://dasher360.com/>

Berquist, J., Tessier, A., O'Brien, W., Attar, R. & Khan, A. (2017, jun.). An Investigation of Generative Design for Heating, Ventilation, and Air-conditioning. In M. Turrin, B. Peters, W. O'Brien, R. Stouffs, & T. Dogan, *2017 Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*. Toronto: Simulation Councils.

Calixto, V. & Celani, G. (2015). A Literature Review for Space Planning Optimization Using an Evolutionary Algorithm Approach: 1992-2014. *Blucher Design Proceedings*, 2(3): 662-671.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing.

Goldstein, R. & Khan, A. (2017). Simulation-Based Architecture. In S. Mittal, U. Durak y T. Ören (Eds.), *Guide to Simulation-Based Disciplines: Advancing our Computational Future* (pp. 167-182). Cham: Springer International Publishing. DOI [10.1007/978-3-319-61264-5_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61264-5_8)

Haynes, B. P. (2008a). The Impact of Office Layout on Productivity. *Journal of Facilities Management*, 6(3):189-201. DOI: [10.1108/14725960810885961](https://doi.org/10.1108/14725960810885961)

Haynes, B. P. (2008b). The Impact of Office Comfort on Productivity. *Journal of Facilities Management*, 6(1):37-51. DOI: [10.1108/14725960810847459](https://doi.org/10.1108/14725960810847459)

Larsen, H., Glueck, M., White, T., Nogueira, A. & Khan, A. (2018). The Workplace App: Toward continuous office space improvement. In *CHI 2018 Extended Abstracts*, CHI EA '18. New York, NY: ACM.

LEED Standard. (2018). <https://new.usgbc.org/leed>

Marsh, A. y Khan, A. (2011, nov. 8). Simulation and the future of design tools for ecological research. *Architectural Design*, 81(6):82-91. DOI: 10.1002/ad.1324

Nagy, D., Villaggi, L., Zhao, D. y Benjamin, D., (2017a). Beyond Heuristics: A Novel Design Space Model for Generative Space Planning in Architecture. En T. Nagakura, S. Tibbits, M. Ibañez y C. Mueller (Eds.), *Disciplines & Disruption. Proceedings Catalog of the 37th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture* (pp. 436-445). Cambridge, MA: ACAIDA; MIT.

Nagy, D., Lau, D., Locke, J., Stoddart, J., Villaggi, L., Wang, R., Zhao, D. y Benjamin, D. (2017b, jun.). Project Discover: An Application of Generative Design for Architectural Space Planning. En M. Turrin, B. Peters, W.O 'Brien, R. Stouffs y T. Dogan (Eds.), *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design 2017: SimAUD 2017*. Toronto: Simulation Councils.

Robertson, G. (1990). Source, Nature, and Symptomatology of Indoor Air Pollutants. En H. Kasuga (Ed.), *Indoor Air Quality. International Archives of Occupational and Environmental Health Supplement* (pp. 393-402). Berlin; Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-83904-7_47

Rockcastle, S., Ámundadóttir, M. L., y Andersen, M. (2017, jun.). A Simulation-Based Workflow to Assess Human-Centric Daylight Performance. En M. Turrin, B. Peters, W. O'Brien, R. Stouffs, and T. Dogan (Eds.), *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design 2017: SimAUD 2017*. Toronto, Canadá: Simulation Councils.

Takagi, H. (1998, sept. 17-19). Interactive Evolutionary Computation: System Optimization Based on Human Subjective Evaluation. *IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 1998)*, pp. 1-6. Viena, Austria.

Marsh, A. & Khan, A. (2011, nov. 8). Simulation and the Future of Design Tools for Ecological Research. *Architectural Design*, 81(6):82-91. DOI: 10.1002/ad.1324

Nagy, D., Villaggi, L., Zhao, D. & Benjamin, D., (2017a). Beyond Heuristics: A Novel Design Space Model for Generative Space Planning in Architecture. En T. Nagakura, S. Tibbits, M. Ibañez y C. Mueller (Eds.), *Disciplines & Disruption. Proceedings Catalog of the 37th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture* (pp. 436-445). Cambridge, MA: ACAIDA; MIT.

Nagy, D., Lau, D., Locke, J., Stoddart, J., Villaggi, L., Wang, R., Zhao, D. & Benjamin, D. (2017b, jun.). Project Discover: An Application of Generative Design for Architectural Space Planning. In M. Turrin, B. Peters, W.O 'Brien, R. Stouffs y T. Dogan (Eds.), *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design 2017: SimAUD 2017*. Toronto: Simulation Councils.

Robertson, G. (1990). Source, Nature, and Symptomatology of Indoor Air Pollutants. In H. Kasuga (Ed.), *Indoor Air Quality. International Archives of Occupational and Environmental Health Supplement* (pp. 393-402). Berlin; Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-642-83904-7_47

Rockcastle, S., Ámundadóttir, M. L., & Andersen, M. (2017, jun.). A Simulation-Based Workflow to Assess Human-Centric Daylight Performance. In M. Turrin, B. Peters, W. O'Brien, R. Stouffs, and T. Dogan (Eds.), *Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design 2017: SimAUD 2017*. Toronto, Canadá: Simulation Councils.

Takagi, H. (1998, sept. 17-19). Interactive Evolutionary Computation: System Optimization Based on Human Subjective Evaluation. *IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 1998)*, pp. 1-6. Viena, Austria.

- Villaggi, L., Stoddart, J., Nagy, D. y Benjamin, D. (2018). Survey-Based Simulation of User Satisfaction for Generative Design in Architecture. En K. De Rycke et al. (Eds.), *Humanizing Digital Reality* (pp. 417-430). Singapore: Springer. DOI: 10.1007/978-981-10-6611-5_36
- WELL Standard. Recuperado el 20 de abril de 2018 en <https://www.wellcertified.com/en>.
- Woodbury, R. (2010). *Elements of Parametric Design*. New York, NY: Routledge.
- Youmans, R. J. y Arciszewski, T. (2014). Design Fixation: Classifications and Modern Methods of Prevention. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing*, 28(2):129-137.
- Villaggi, L., Stoddart, J., Nagy, D. & Benjamin, D. (2018). Survey-Based Simulation of User Satisfaction for Generative Design in Architecture. In K. De Rycke et al. (Eds.), *Humanizing Digital Reality* (pp. 417-430). Singapore: Springer. DOI: 10.1007/978-981-10-6611-5_36
- WELL Standard. (2018). <https://www.wellcertified.com/en>.
- Woodbury, R. (2010). *Elements of Parametric Design*. New York, NY: Routledge.
- Youmans, R. J. & Arciszewski, T. (2014). Design Fixation: Classifications and Modern Methods of Prevention. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing*, 28(2):129-137.
- Jacobo (Jacky) Bibliowicz es un investigador senior del Grupo de Investigación de Sistemas Complejos de Autodesk, grupo enfocado a ayudar a los diseñadores e investigadores a obtener una comprensión más profunda de los sistemas complejos, como los que se encuentran en el mundo biológico y el entorno construido. Específicamente, desarrollan herramientas y técnicas para modelar, simular y explorar sistemas naturales y diseñados, centrados en el ser humano, con énfasis en la recolección y visualización de datos.
- Jacky, se unió a este grupo a mediados de 2012. Sus intereses de investigación incluyen el procesamiento de escaneo láser, modelos de forma estadística y razonamiento anatómico. Jacky es egresado de la universidad de Cornell con un título de pregrado en Física Aplicada e Ingeniería y una maestría en ciencias de la computación. Jacky es actualmente el presidente del Capítulo ACM SIGGRAPH de Toronto y el Comité de Recursos Internacionales de ACM SIGGRAPH.

» DISEÑO MÁS ALLÁ
DEL CONFORT

DESIGN BEYOND «
COMFORT

■ FOSTER + PARTNERS

Foster + Partners es una firma global de arquitectura, urbanismo y diseño, fundada por Norman Foster en 1967. Poseedora de una reputación internacional y con oficinas en todo el mundo, Foster + Partners ha estado a la vanguardia de la arquitectura internacional a lo largo de 50 años, siempre rompiendo fronteras y estableciendo objetivos en busca de una excelencia sustentable en el diseño.

La sostenibilidad se halla en el centro de cuanto hacemos. Auditamos todo proyecto con base en los estándares globales a la vez que desarrollamos estrategias hechas a medida que impulsan nuestra agenda ambiental. Construir de manera sustentable requiere que diseñemos de forma holística, y nuestro excepcional enfoque de diseño integral nos permite desarrollar estrategias innovadoras enfocadas firmemente en el futuro del medio ambiente.

En Foster + Partners nuestras decisiones de diseño están basadas en análisis. Invertimos en innovación y estamos constantemente desarrollando nuevas herramientas. Nuestro compromiso con la investigación y el desarrollo en entornos sostenibles nos ha permitido aportar nuestro conocimiento experto a una gama sin precedente de proyectos alrededor del mundo.

■ FOSTER + PARTNERS

Foster + Partners is a global practice for architecture, urbanism and design, founded by Norman Foster in 1967. With a worldwide reputation and with offices across the globe, Foster + Partners has been at the forefront of international architecture for 50 years, consistently pushing boundaries and setting the agenda in the pursuit of sustainable design excellence.

Sustainability is at the heart of everything we undertake. We audit all projects against global standards, while developing bespoke strategies that drive our environmental agenda. To build sustainably requires us to design holistically, and our unique integrated design approach enables us to develop innovative strategies that have a firm focus on the future of the environment.

At Foster + Partners our design decisions are informed by analysis. We invest in innovation and are constantly developing new tools. Our commitment to research and development into sustainable environments have allowed us to bring our expertise to bear on an unprecedented range of projects around the world.

La modelación, la evaluación y el análisis son integrales al conocimiento informado de nuestra ingeniería y diseño. Los resultados del análisis de rendimiento son luego utilizados para perfeccionar el diseño y evaluar las innovaciones.

Para Foster + Partners es crucial mantener su interés en la investigación, el descubrimiento y la comprensión. A través de nuestro compromiso con la investigación —una de nuestras fortalezas como firma— no sólo estamos actualizados sobre los nuevos desarrollos y técnicas, sino que también somos capaces de evaluar minuciosamente su relevancia y rendimiento técnico en proyectos individuales. Nuestros grupos de investigación, como los de Investigación y Desarrollo Aplicados, Centro de Material e Investigación y Grupo Especialista en Modelación ayudan a los equipos de diseño a dar respuesta a estos retos con un espíritu de innovación.

■ DISEÑO DE RENDIMIENTO INTEGRAL

Foster + Partners diseña edificios específicamente creados para la sostenibilidad, el rendimiento y el impacto positivo sobre la gente. Sin embargo, como el diseño de la arquitectura y el entorno construido es una propuesta cada vez más compleja, estamos conscientes de que cada elección que se haga en el proceso de diseño influirá directamente en la experiencia del usuario.

Como tal, la firma fomenta estrategias de diseño integrales por medio del entrecruce de múltiples disciplinas. Todo proyecto que realizamos es único y nuestro proceso de diseño multidisciplinario interno nos permite evaluarlo desde todas las perspectivas. Desarrollamos marcos ambientales específicos para cada proyecto e identificamos aquellas áreas que tienen potencial para la innovación.

■ GRUPO DE ESPECIALISTAS EN MODELACIÓN

El grupo de especialistas en modelación (SMG – *Specialist Modelling Group*) es un equipo experto multidisciplinario que trabaja en un amplio espectro de proyectos pioneros en Foster + Partners. El grupo se especializa en la realización de proyectos complejos e innovadores y divide su foco de trabajo en dos áreas especializadas —geometría y física de edificios— para lograr una síntesis entre el diseño y el análisis.

Modelling, assessment and analysis is integral to informing our engineering and design. The performance analysis results are then used to refine the design and evaluate innovations.

■ INTEGRATED PERFORMANCE DESIGN

Foster + Partners designs buildings that are specifically engineered towards sustainability, performance and a positive impact on people. However, as the design of architecture and the built environment is an increasingly complex proposition, we are aware that every choice made in the design process will have a direct influence on the experience of the user.

As such, the practice encourages integrated design strategies and solutions through interlacing multiple disciplines. Every project we work on is unique and our multidisciplinary in-house design process enables us to assess each one from all directions. We develop project-specific environmental frameworks and identify the potential areas for innovation.

■ SPECIALIST MODELLING GROUP

The Specialist Modelling Group (SMG) is a multidisciplinary expert team working on a wide range of pioneering projects within Foster + Partners. The group specialises in realising complex and innovative projects and divides its work focus between two areas of expertise – geometry and building physics – to achieve a synthesis of design and analysis.

El trabajo del grupo involucra con frecuencia elaborar los inmensos retos que la firma realiza para proyectos complejos que parecen engañosamente sencillos. El conocimiento experto en geometría, matemáticas y curvatura se combina con precisión en la ejecución. El ojo por la belleza se equilibra con el rigor matemático. La comprensión de la elocuencia en la forma, el patrón y la estructura ha surgido en nuestro trabajo y se basa en travesías de diseño colaborativas con arquitectos, ingenieros, fabricantes y otros diseñadores.

El diseño es un ejercicio multidimensional que encarna la retroalimentación y el análisis en modelos físicos y digitales. Al aprovechar creativamente los datos, las destrezas computacionales y el pensamiento algorítmico, el grupo especialista en modelación (SMG en inglés) logra transformar las visiones de diseño en proyectos exitosamente ejecutados. A través de una serie de escalas y niveles de complejidad, el grupo aporta enfoques de diseño innovadores y pensamiento creativo en abundancia a sus proyectos.

Se utilizan técnicas avanzadas de simulación, como relajación dinámica, análisis de elementos finitos, análisis térmico, modelado acústico, simulación de luz natural y dinámica de fluidos computacional, que apoyan el proceso de diseño orientado hacia el rendimiento de este grupo de expertos en modelación [SMG]. El alcance del compromiso del grupo en los proyectos abarca las etapas conceptuales iniciales, la fabricación y la ejecución en la obra. Se dedica activamente a una investigación que profundice la comprensión de la compleja relación entre el ser humano y el entorno construido e investiga oportunidades que surjan de nuevas tecnologías y campos adyacentes. Dicha investigación se extiende al aprendizaje automático o de máquina (*Machine Learning*), autoorganización, evolución biológica, estructuras adaptables, sistemas autónomos, fabricación de robots, teledetección y habitación extra-planetaria. El grupo se asocia con las universidades y los institutos de investigación más importantes del mundo organizando viajes de investigación especializada e interdisciplinaria.

El papel continuo que desempeña el grupo contribuye a orientar el desarrollo tecnológico, enriquecer capacidades, crear prototipos de las ideas y cultivar nuevas visiones de diseño. Esta exploración intensiva de futuros escenarios de diseño mantiene el

The group's work often involves making the immense challenges the practice undertakes within complex projects appear deceptively simple. Expertise in geometry, mathematics and curvature are combined with precision in execution. The natural eye for beauty is balanced by a mathematical rigor. An understanding of the eloquence in form, pattern and structure has emerged in our work and is informed by collaborative design journeys with architects, engineers, fabricators and other designers.

Design is a multi-dimensional pursuit with feedback and analysis embedded into physical and digital models. Analysis is used to empower design, challenge conventional wisdom and provoke innovative thinking. By creatively harnessing data, computational skills and algorithmic thinking, SMG is able to transform design visions into successfully delivered projects. Traversing a range of scales and levels of complexity the group brings innovative design approaches and a wealth of creative thinking to its projects.

Advanced simulation techniques such as dynamic relaxation, finite element analysis, thermal analysis, acoustic modelling, daylight simulation and computational fluid dynamics are used to inform SMG's performance-driven design process. The scope of the group's engagement on projects encompasses early concept stages, fabrication and on-site construction. SMG actively engages in research that deepens understanding the complexity of the relationship between the human being and the built environment and investigates opportunities that spring from new technologies and adjacent fields. Research extends into machine learning, self-organization, biological evolution, adaptive structures, autonomous systems, robotic fabrication, remote sensing and extra-planetary habitation. SMG partners with world-leading universities and research institutes to launch investigative voyages of interdisciplinary expertise.

This ongoing role serves to guide the direction of technology development, enhance capabilities, prototype ideas and cultivate new design visions. This intensive exploration of future

posicionamiento de Foster + Partners a la vanguardia de la práctica arquitectónica.

■ DISEÑO CENTRADO EN EL SER HUMANO

El diseño de edificios con un enfoque holístico del confort humano puede considerarse requisito de base para lo que la arquitectura necesita lograr. Al hacer esto, es importante tener en cuenta la complejidad de la naturaleza humana y diseñar tanto para la comodidad como para el placer.

Las sensaciones de placer y de emoción positiva surgen de un estímulo fisiológico y sicológico. Este tipo de sensación se conoce como aliestesia, del griego *allós*, que significa “otro”, y *aisthēsis*, que significa “sensación” o “percepción” —un fenómeno descrito inicialmente por el fisiólogo francés, Michel Cabanac—. Consiste en la compleja interdependencia entre la percepción subjetiva humana y un estímulo externo. El mismo estímulo puede ser percibido como placentero en ciertas ocasiones y desagradable, en otras. Esto indica que no existe un entorno que se ajuste a todos por igual, pero que los entornos no estables pueden producir una experiencia agradable y consciente.

Si consideramos el tiempo que pasamos dentro de espacios construidos, debemos enfocar mucho más la investigación en cómo es que percibimos los edificios, los materiales, la luz, el contraste, etc. Esto nos ayudará a planear una experiencia estimulante de la arquitectura.

Experimentamos un edificio con todos nuestros sentidos. Nuestro sentido del tacto es activado por las diferentes sensaciones que producen los materiales, las superficies y la temperatura, por ejemplo. La vista es estimulada, entre otras cosas, por la luz, el color y el contraste. Mientras que el sentido del oído nos permite percibir un espacio a través de varias fuentes, desde una voz humana en una habitación hasta los ruidos perturbadores provenientes del exterior. Nuestros 400 receptores olfativos son estimulados por la mezcla de olores en el aire, los cuales pueden estar relacionados con los materiales, los sistemas operativos del edificio o la ventilación. Hasta nuestro sentido del gusto puede llegar a ser activado por el aire que nos rodea. Además, estudios indican que el sentido de proporción da cuenta de cómo nuestro cerebro ubica

design scenarios sustains Foster + Partner's position at the forefront of architectural practice.

■ HUMAN CENTRED DESIGN

Designing buildings with a holistic approach to human comfort can be considered as a baseline requirement for what architecture needs to achieve. In doing so, it is important to take into account the complexity of human nature and to design both for comfort and for pleasure, too.

The feelings of pleasure and positive excitement result from physiological and psychological stimulation. This sensation is known as alliesthesia derived from the Greek *allós*, meaning other, and *aisthēsis*, meaning sensation or perception – a phenomenon first described by the French physiologist Michel Cabanac. It describes the complex interdependency between the subjective perception of the human and an external stimulus. The same stimulus can be perceived pleasant at one time and unpleasant at another time. The above indicates that there is no one-setting-fits-all environment, but that non-steady environments can contribute to a pleasant and conscious experience.

Considering the amount of time, we are spending inside of built spaces, we need to put much more focus on researching how we perceive buildings, materials, light, contrast, etc. This will help us to programme a stimulating experience in architecture.

We experience a building with all our senses. Our sense of touch is activated by the distinct sensations produced by materials, surfaces and temperature, for example. Sight is stimulated amongst others by light, colour and contrast. While our hearing lets us perceive a space through a variety of sources, from a human voice in a room to disturbing background noises from the outside. Our 400 human smell receptors are stimulated by the mixture of scents in the air, which can be linked to materials, building operation systems or ventilation. Even our sense of taste can be activated through the air around us. Additionally, research indicates that the sense

la posición relativa de nuestras partes corporales en el espacio.

El diseño integral puede ayudar a mejorar nuestro bienestar —una compleja condición que consiste en la interconexión entre nuestras dimensiones físicas, mentales y sociales. Como tal, nuestro sentido del lugar que habitamos contribuye significativamente a nuestro bienestar. La complejidad de la ciencia subyacente significa que, para mejorar el bienestar por medio del diseño de edificios —y cumplir con nuestro deseo de una práctica arquitectónica y de diseño holística— se requiere un enfoque metodológico que investigue una física centrada en el ser humano.

Además de la sostenibilidad, la energía eficiente y otros factores medibles de un edificio, el impacto de la arquitectura en los seres humanos y su bienestar puede también ser medido como, por ejemplo, productividad, salud, concentración, ausencia por enfermedad, rotación de personal y salud física percibida.

De manera que para lograr una arquitectura realmente integral que se enfoque en el confort y bienestar del ser humano, una gama de diferentes disciplinas debe contribuir a un diseño informado y científicamente preciso en cada etapa del proceso de diseño.

■ FÍSICA DE LA CONSTRUCCIÓN

De la salud al comportamiento y del confort a la felicidad, el ambiente de un edificio afecta a sus ocupantes. Al proporcionar predicciones precisas, la física de la construcción ayuda a los diseñadores a desarrollar propuestas que mejoren los ambientes edificados y el desempeño de los edificios, así como también el bienestar humano.

El conocimiento experto en áreas como la acústica, el confort térmico, la iluminación y el flujo de aire le permite al Grupo de Especialistas en Modelación aplicar la información al proceso de diseño y desarrollar nuevas estrategias de diseño. La simulación de diferentes condiciones, mediante el uso de modelos numéricos y físicos, permite al equipo explorar intercambios entre varios criterios de diseño, así como verificar el desempeño.

Finalizada la construcción, un monitoreo posterior a la ocupación ofrece la oportunidad de recolectar

for proprioception refers to how our brain localizes our body parts relative in space.

Integrated design can help improve our wellbeing – a complex condition comprising of our interconnected physical, mental and social dimensions. As such, our sense of the place we inhabit contributes significantly to our wellbeing. The complexity of the underlying science required means that to improve wellbeing through the design of buildings – and fulfil our desire for a holistic architecture and design practice – requires a methodical approach that researches human-centred physics.

Besides sustainability, energy efficiency and other measurable factors of a building, the impact of architecture on the human beings and their wellness can also be measured as productivity, health, focus, absence due to illness, staff turnover and perceived physical health, for example.

As such, to achieve a truly integrated architecture that focuses on human comfort and wellbeing, a range of different disciplines need to contribute to an informed design scientifically accurate at every point of the design process.

■ BUILDING PHYSICS

From health to behaviour and from comfort to happiness, a building's environment affects its occupants. By providing accurate predictions, building physics helps designers develop proposals that improve building environments and performance, therefore improving human wellbeing.

Expertise in areas such as acoustics, thermal comfort, lighting and air flow allows the Specialist Modelling Group to inform the design process and develop new design strategies. Simulation of different conditions using numerical and physical models enables the team to explore trade-offs between different design drivers as well as verify performance.

After construction, post-occupancy monitoring offers opportunities to gather data and feedback

datos y retroalimentación para futuros proyectos. El análisis es utilizado para dar fuerza al diseño, cuestionar la sabiduría convencional y provocar un pensamiento innovador.

■ DISEÑO DE ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA: ARTIFICIAL Y NATURAL

La predicción precisa de los entornos visuales, natural y artificialmente iluminados, es una herramienta de diseño poderosa desde la etapa conceptual hasta la de diseño detallado. No sólo estamos interesados en la cantidad de luz sino también en entender sus cualidades sutiles, haciéndolo de manera predictiva. Para lograr esto, empleamos tecnología del estado del arte para medir, simular y exponer las interacciones entre la arquitectura y la luz.

Nos gusta pensar nuestras simulaciones de iluminación como maquetas virtuales de los diseños propuestos. Usamos herramientas de simulación que proporcionan un ambiente virtual prototípico para realizar análisis iniciales y optimización del diseño de producto. Observamos cómo nuestros edificios interactúan, tanto con la luz natural como la artificial y los alrededores, ensayando un sinnúmero de colores, materiales, geometrías y configuraciones de iluminación en un espacio virtual a fin de asegurar su atractivo estético.

■ ANÁLISIS SOLAR

Dos de los criterios clave para el diseño de la envolvente exterior de un edificio son la exposición al sol y a la sombra. Por lo general diseñamos una fachada de modo que maximice la luz natural para los usuarios, pero también con sombrío para lograr nuestros ambiciosos objetivos medioambientales para el proyecto.

El sombreado de los diseños debe responder al contexto del entorno local y los diferentes grados de insolación sobre las fachadas del edificio. Tomamos en cuenta la posición del sol en el sitio a lo largo del año, así como los desarrollos de construcciones cercanas, actuales y potenciales, que puedan afectar la luz que se proyecta hacia el edificio.

for future projects. Analysis is used to empower design, challenge conventional wisdom and provoke innovative thinking.

■ ARCHITECTURAL LIGHTING DESIGN: ARTIFICIAL AND NATURAL

The accurate prediction of visual environments, both naturally and artificially lit, is a powerful design tool from concept to detail design.

We are not only interested in the quantity of light but also in understanding its subtle qualities and doing so in a predictive manner. To do this we employ state-of-the-art technology to measure, simulate and display the interactions between architecture and light.

We like to think of our lighting simulations as virtual mock-ups of the proposed designs. We use lighting simulation tools that provide a single virtual prototyping environment to perform up-front analysis and product design optimisation. We look at how our buildings interact with both natural and artificial light and the surroundings, to ensure their aesthetic appeal by trying out unlimited colours, materials, geometries and lighting configurations in a virtual space.

■ SOLAR ANALYSIS

Two of the key drivers for the design of a building's external envelope are solar exposure and shading. We typically design a facade to maximize natural light for users, while also being shaded to achieve our ambitious environmental targets for a project.

Shading designs must respond to the context of the local environment and to the different degrees of insolation on the building's facades. We take into consideration the sun's position at the site throughout the year, as well as current and potential developments nearby that may affect the amount of light reaching the building.

■ ANÁLISIS DE CONFORT TÉRMICO

Nuestros edificios buscan involucrar todos los sentidos y proporcionar un ambiente confortable de la forma más energéticamente eficiente. Recurriendo a las más recientes tecnologías desarrolladas para la industria automotriz, ahora podemos simular con detalles sin precedente las reacciones fisiológicas del cuerpo humano a diferentes estímulos térmicos.

■ DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

(CFD): VENTILACIÓN NATURAL

La forma en que el aire se mueve hacia adentro y afuera de los edificios que diseñamos influye sobre el confort del entorno y la calidad del aire que respiran los ocupantes. Utilizamos simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) avanzadas para diseñar edificios ventilados con aire natural que puedan proporcionar niveles máximos de comodidad con los más bajos niveles de consumo energético.

Actualmente lideramos el campo en la construcción de grandes edificios de ventilación natural, controlando los invisibles flujos de aire a una escala con poco o ningún precedente. Al desarrollar el diseño esquemático para los sistemas de ventilación natural, el grupo de especialistas en modelación ha llevado a cabo estudios analíticos utilizando dinámicas de fluidos y análisis de elementos finitos. Estos estudios nos ayudan a entender, validar y optimizar las características acústicas y aerodinámicas de varios tipos de aperturas de ventilación natural.

Los resultados también se han utilizado para demostrar visualmente la efectividad de los sistemas de ventilación natural. Estos establecen los criterios de desempeño claves que sustentan el diseño detallado de cada apertura de ventilación natural.

■ DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL: COMPORTAMIENTO DEL VIENTO

El grupo de modelación realiza muchas simulaciones CFD para evaluar las condiciones del viento a nivel de peatón alrededor de edificios altos y de gran tamaño. Con la información aerodinámica computacional se puede obtener información

■ THERMAL COMFORT ANALYSIS

Our buildings aim to engage all the senses and provide the most comfortable environment in the most energy efficient way. Drawing on the latest technologies developed for the automotive industry we can now simulate in unprecedented detail the physiological responses of the human body to different thermal stimuli.

■ COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD): NATURAL VENTILATION

The way that air moves in and out of the buildings we design influences both the comfort of the environment and the quality of the air the occupants breathe. We use advanced CFD simulations to the design naturally ventilated buildings that can provide maximum levels of comfort with the smallest energy consumption.

We are currently leading the field in large naturally ventilated buildings, controlling invisible airflows at scales with little or no precedent. In developing the scheme design for natural ventilation systems, SMG have undertaken analytical studies using fluid dynamics and finite element analysis. These studies help us to understand, validate and optimise the acoustic and aerodynamic characteristics of various types of natural ventilation aperture.

The results have also been used to visually demonstrate the effectiveness of the natural ventilation systems. They establish the key performance criteria that underpin the detailed design of each natural ventilation aperture.

■ COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS: WIND BEHAVIOUR

SMG undertake many CFD simulations to evaluate wind conditions at pedestrian level around large and tall buildings. Detailed aerodynamic information can be obtained using CFD, which offers considerable advantages compared to wind

aerodinámica detallada ya que ofrece ventajas considerables en comparación a las pruebas de túnel de viento. El objetivo es proporcionar más conocimiento sobre las condiciones peatonales en torno a los edificios y, a la vez, estudiar la influencia que tienen las formas del edificio sobre la distribución del viento.

■ CENSOS ACÚSTICOS

A través del uso de censos, el grupo de modelación analiza, hace estimaciones y adquiere un mejor entendimiento de las propiedades acústicas de los espacios. Mediante simulaciones acústicas tridimensionales, nuestros expertos en acústica pueden predecir las cualidades de sonido para espacios nuevos o renovados. Además, con frecuencia se capturan grabaciones tridimensionales de los paisajes sonoros del espacio urbano. Estos censos *in situ* aportan retroalimentación a las simulaciones lo cual permite una representación precisa del entorno en el cual se encuentra ubicado un proyecto.

El sonido de un espacio tiene un profundo efecto en la manera en que es percibido y utilizado. Mediante una gran variedad de herramientas de modelación y simulación, algunas de las cuales han sido realizadas por nuestros expertos en acústica internos, podemos simular un amplio espectro de casos de acústica arquitectónica. Entonces usamos estas simulaciones para evaluar y hacer recomendaciones relacionadas con inteligibilidad de lenguaje, reverberación, aumento de volumen, privacidad, calidad de la música, ruido ambiental y urbano, sonido ambiental, y otras características auditivas espaciales. La auralización y la visualización son hoy día utilizadas como herramientas fundamentales del diseño para permitir que las ideas de diseño sean visual y auditivamente investigadas antes de construir un edificio. Al escuchar una simulación del espacio se pueden demostrar los efectos auditivos de los cambios en un proyecto.

Una auralización permite reproducir sonidos en un espacio simulado, bien sea interior o exterior. El grupo de modelación ha creado un entorno auditivo de inmersión total donde los clientes y arquitectos pueden tener una experiencia de inmersión en el desempeño acústico de varias opciones de diseño. La auralización se combina con visualizaciones de "sobrevuelos" y videos interactivos alineados con simulaciones acústicas.

tunnel testing. The aim is to provide more insight into the pedestrian conditions around the buildings and at the same time study the influence of building shapes on wind distribution.

■ ACOUSTIC SURVEYS

Through the use of surveys, SMG analyses, estimates and gains understanding of the acoustic properties of spaces. With three-dimensional acoustic simulations, our acousticians can predict the sound qualities for new or renovated spaces. In addition, three-dimensional recordings of urban environment soundscapes are frequently captured. These on-site surveys feed back into the simulations to allow for an accurate representation of the environment in which a project is located.

The way a space sounds has a profound effect on the way it is perceived and used. Through a variety of modelling and simulation tools, some of which have been written by our in-house acoustician, we can simulate a wide range of architectural acoustic cases. We then use these simulations to assess and make recommendations for speech intelligibility, reverberation, loudness build-up, privacy, music quality, environmental and urban noise, ambient sound and many other spatial aural qualities. Auralisation and visualisation are now used as fundamental design tools to allow design ideas to be both visually and aurally investigated before a building is constructed. By listening to a simulation of a space we can demonstrate the aural effects of changes to a design.

An auralisation allows us to reproduce sound in a simulated space, either internal or external. SMG have built a fully immersive listening environment where clients and architects can experience and be immersed in the acoustic performance of various design options. Auralisation is combined with visualisation 'fly-throughs' and interactive videos aligned with acoustic simulations.

**■ PROYECTO DE DISEÑO INTEGRAL: SEDE
BLOOMBERG, LONDRES**

En octubre de 2017, Foster + Partners completó la nueva sede europea de Bloomberg, en la ciudad de Londres. El edificio fue calificado de “Excepcional” por el método BREEAM (Método de Evaluación Medioambiental para Construcción de Edificios) de evaluación de sostenibilidad, con un puntaje de 98.5%. Este es el más alto puntaje para la fase de diseño logrado por cualquier proyecto realizado por una firma importante. Bloomberg establece nuevos estándares en conservación de agua, consumo de energía, ventilación natural, flujo de aire inteligente y sistemas de cielos rasos integrados.

Las innovaciones sustentables claves de este proyecto arquitectónico incluyen:

• **Paneles de cielos rasos integrados:**

Los paneles de cielos rasos integrados hechos a medida combinan funciones de calefacción, refrigeración, iluminación y acústica mediante un diseño innovador en forma de pétalos/hojas. El sistema, que incorpora 500.000 luces LED, utiliza 40 por ciento menos en energía que un sistema convencional de iluminación fluorescente para oficinas. El grupo especialista de modelación desarrolló el módulo de cielo raso totalmente integrado, el cual proporciona un espacio de planta profunda con control combinado de refrigeración, iluminación y acústica. El principio de ingeniería tras el diseño fue el de maximizar el área de superficie disponible para el intercambio térmico, de manera que la carga de la refrigeración se pudiera lograr con un consumo mínimo de energía.

• **Conservación del agua:**

Aguas lluvia del techo, torre refrigeradora para eliminación de exceso de agua y de aguas grises —como duchas y lavamanos—, son recogidas, tratadas y recicladas para su uso en cisternas de inodoros. Estos utilizan agua corriente neta nula (*net-zero*) para el desagüe. En general, los sistemas de conservación de agua ahorrarán 25 millones de litros de agua al año, lo suficiente como para llenar diez piscinas olímpicas.

• **Ventilación natural:**

Cuando el clima ambiente es templado, las características láminas de bronce del edificio se pueden abrir y cerrar, permitiendo que éste opere en

**■ INTEGRATED DESIGN PROJECT: BLOOMBERG
HQ, LONDON**

In October 2017, Foster + Partners completed Bloomberg's new European headquarters in the City of London. The building achieved an 'Outstanding' rating against the BREEAM sustainability assessment method, with a 98.5% score. This is the highest design-stage score ever achieved by any major office development. Bloomberg sets new standards in water conservation, energy consumption, natural ventilation, smart airflow and integrated ceiling systems.

Key sustainable innovations of the architecture include:

• **Integrated ceiling panels:**

Bespoke integrated ceiling panels combine heating, cooling, lighting and acoustic functions in an innovative petal-leaf design. The system, which incorporates 500,000 LED lights, uses 40 per cent less energy than a typical fluorescent office lighting system. SMG developed the fully integrated ceiling module that provides a deep-plan office space with combined cooling, lighting and acoustic control. The engineering principle behind the design was to maximise the surface area available for heat exchange so that the cooling load can be met with minimal energy.

• **Water conservation:**

Rainwater from the roof, cooling tower blow-off water and grey water sources – like basins and showers – is captured, treated and recycled to serve vacuum flush toilets. These use net-zero mains water for flushing. Overall, water conservation systems will save 25 million litres of water each year, enough to fill ten Olympic swimming pools.

• **Natural ventilation:**

When ambient weather conditions are temperate, the building's distinctive bronze blades can open and close, allowing the building to operate

modo de ventilación natural “respirable”. Reducir la dependencia en ventilación mecánica y equipos de refrigeración reduce considerablemente el consumo de energía.

- **Flujo de aire inteligente:**

Sensores inteligentes para controlar el CO₂ permiten que el aire sea distribuido de acuerdo con el número aproximado de gente que ocupe cada zona del edificio en un momento determinado. Se estima que la capacidad de ajustar dinámicamente el flujo de aire en respuesta a las horas y patrones de ocupación ahorrará de 600 a 750 MWhr de energía anuales, reduciendo cerca de 300 toneladas métricas de emisiones de CO₂ al año.

- **Combinación de calor y energía (CHP, *Combined Heat and Power*)**

Un centro generador de calor y energía combinados (CHP, *Combined Heat and Power*) provee calor y electricidad a través de un sistema sencillo y eficiente de reducidas emisiones de carbono. El calor residual generado durante este proceso es reciclado para la refrigeración y la calefacción y, cuando está en funcionamiento, se estima que ahorrará de 500 a 750 toneladas métricas de CO₂ al año.

Con nuestro amplio conocimiento de las tecnologías medioambientales y nuestra investigación en curso de nuevas técnicas de fabricación y producción, revisamos y repensamos continuamente los elementos de los estándares arquitectónicos.

Como parte integral del equipo de diseño, el grupo de especialista en modelación (SMG) trabajó en el desarrollo de un marco paramétrico holístico para Bloomberg que conecta la lógica geométrica del diseño con las estrategias estructurales, así como las necesidades espaciales interiores del cliente. También llevamos a cabo estudios analíticos a fin de asegurar que el diseño innovador funcionara de acuerdo con lo estimado. El grupo ha seguido el proyecto a lo largo de su construcción, brindando apoyo tanto al equipo de la obra como al contratista con asesoría técnica y estratégica.

in a ‘breathable’ natural ventilation mode. Reducing dependency on mechanical ventilation and cooling equipment significantly reduces energy consumption.

- **Smart airflow:**

Smart CO₂ sensing controls allow air to be distributed according to the approximate number of people occupying each zone of the building at any given time. The ability to dynamically adjust airflow in response to occupancy hours and patterns is expected to save 600 to 750 MWhr of power per annum, reducing CO₂ emissions by approximately 300 metric tonnes each year.

- **Combined heat and power (CHP):**

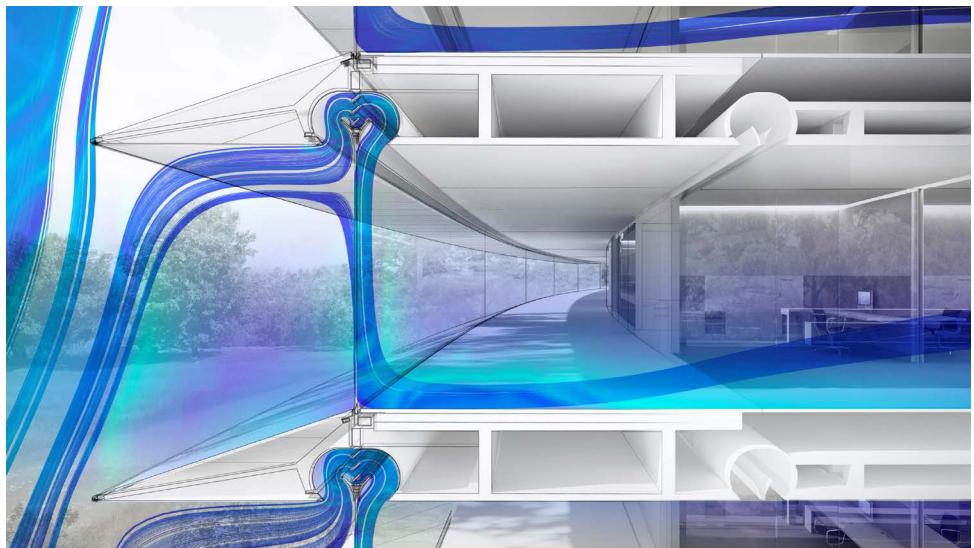
An on-site CHP generation centre supplies heat and power in a single, efficient system with reduced carbon emissions. Waste heat generated from this process is recycled for cooling and heating and, when in use, is expected to save 500 to 750 metric tonnes of CO₂ each year.

With our in-depth knowledge of environmental technologies and our ongoing research into new fabrication and manufacturing techniques, we continually revisit and rethink otherwise standard architectural elements.

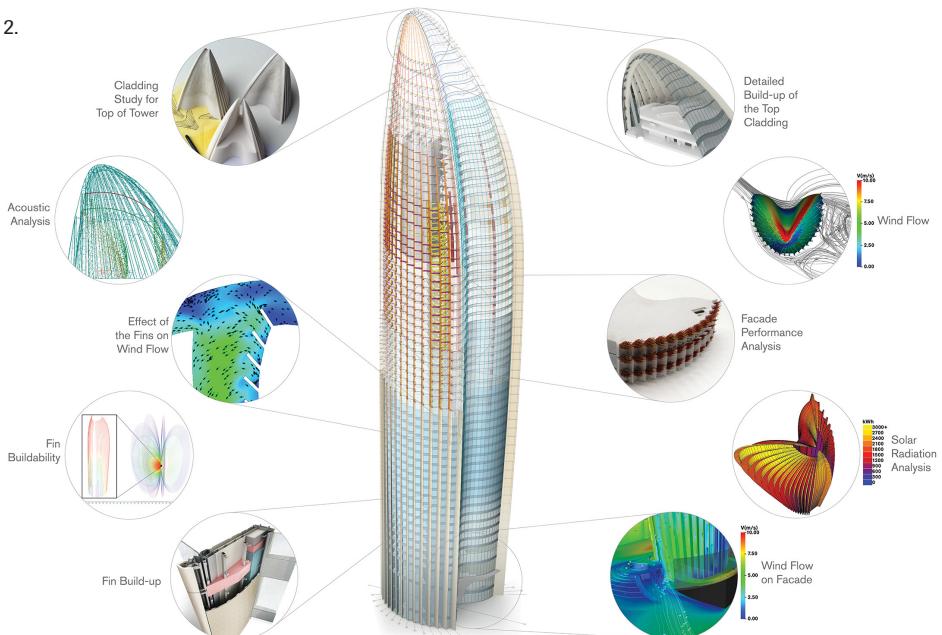
Integrated as part of the design team, SMG worked to develop a holistic parametric framework for Bloomberg that links the geometric logic of the design to the environmental and structural strategies as well as the internal spatial needs of the client. We also undertook an array of analytical studies to ensure the innovative design would perform as predicted. SMG has followed the project through construction providing support to both the site team and contractor with technical and strategic guidance.



1.



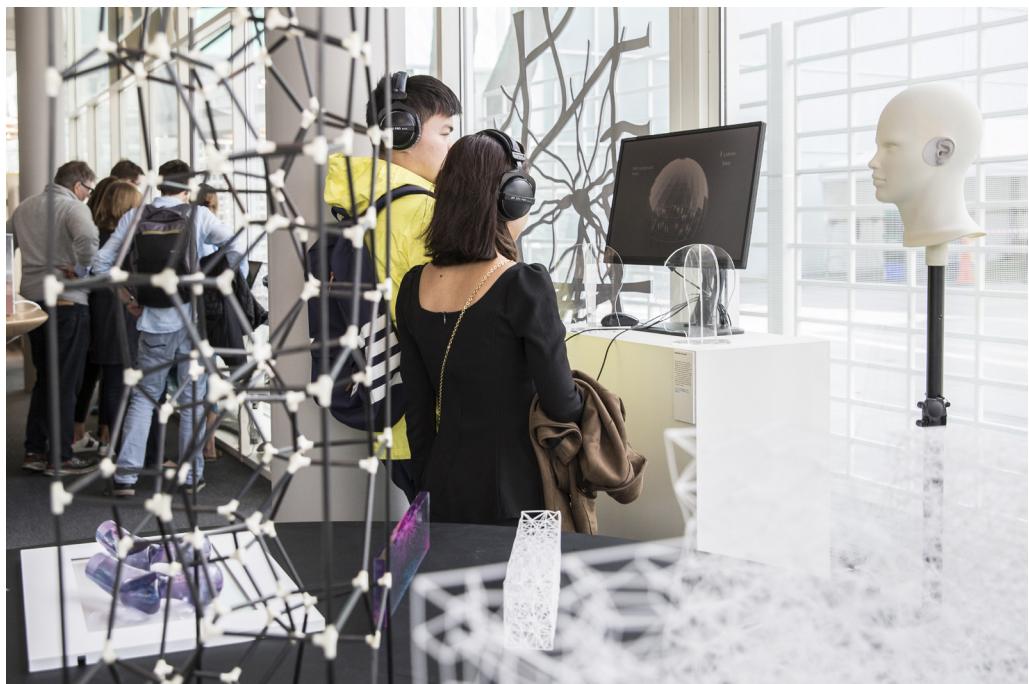
2.



3.



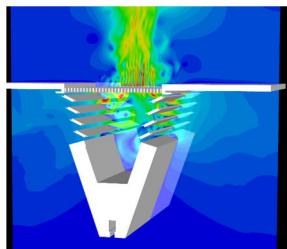
4.



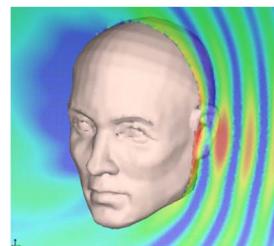
We look at how the heat, air, light and sound move through a building



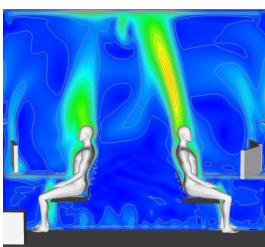
Daylight Levels



Natural Ventilation – Air Quality



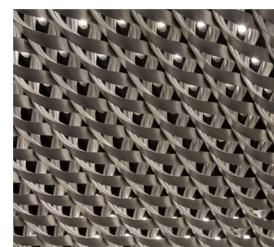
Acoustics



Thermal Comfort

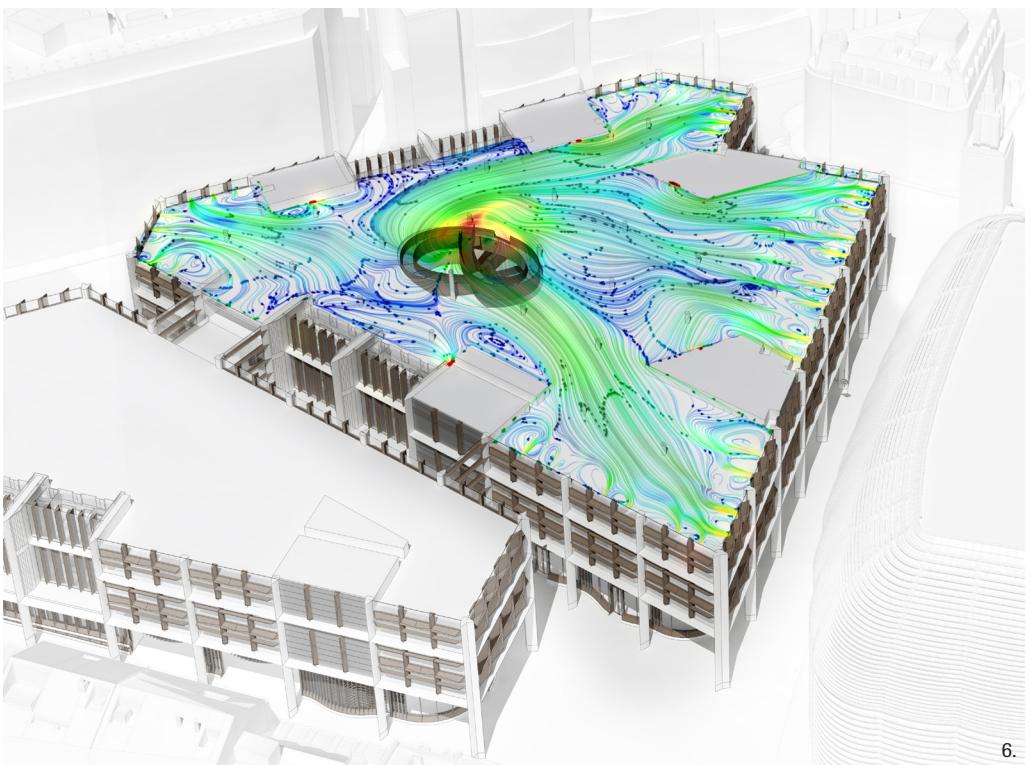


Building Envelope Performance



Material Properties

5.



6.





Figura 1. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App.
Figure 1. A screenshot of the Workplace App. A screenshot of the Workplace App.

Figura 2. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App. A screenshot of the Workplace App.
Figure 2. A screenshot of the Workplace App.

Figura 3. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App. A screenshot of the Workplace App.
Figure 3. A screenshot of the Workplace App.

Figura 4. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App.
Figure 4. A screenshot of the Workplace App.

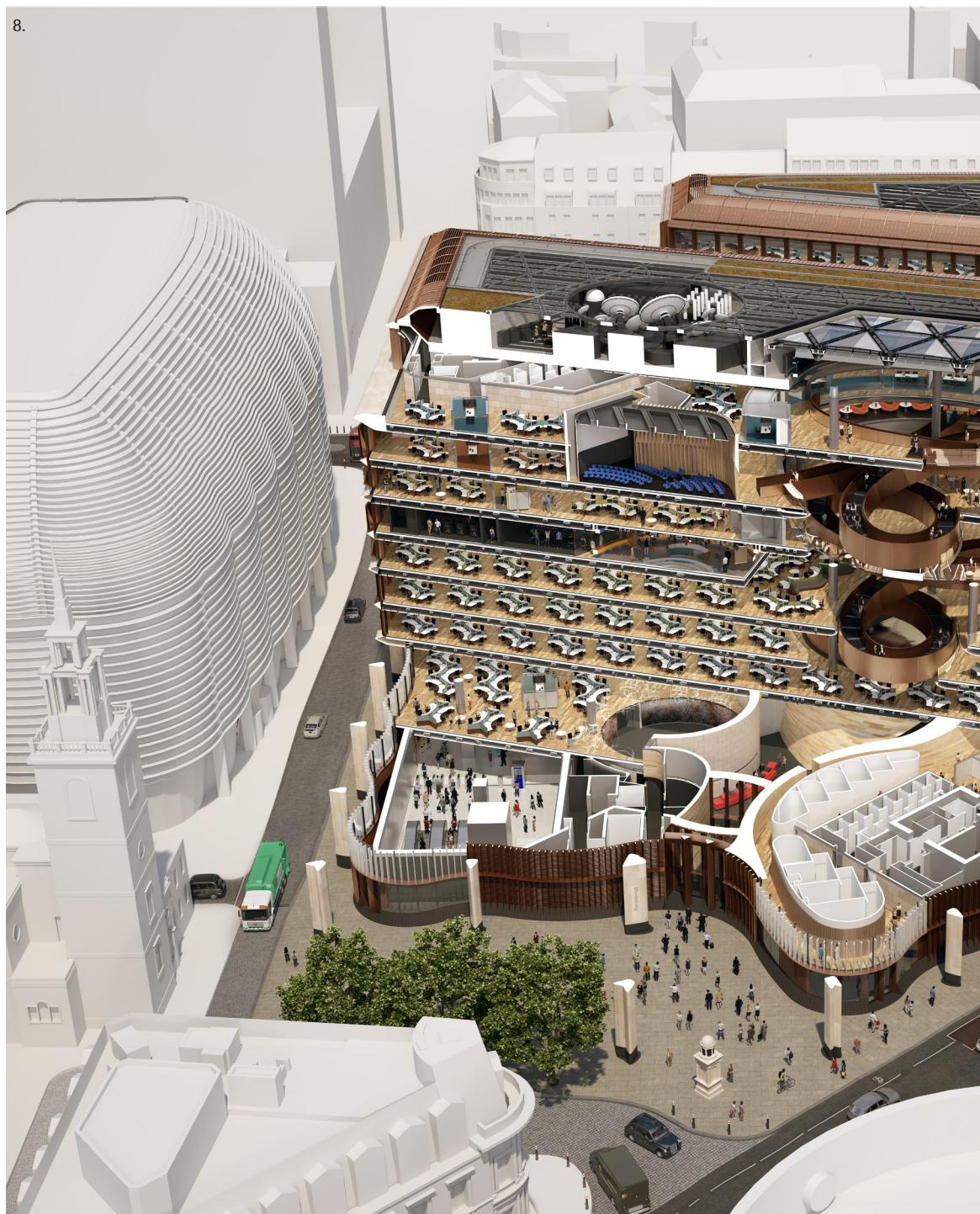
Figura 5. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App. A screenshot of the Workplace App.
Figure 5. A screenshot of the Workplace App. A screenshot of the

Figura 6. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App.
Figure 6. A screenshot of the Workplace App.

Figura 7. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App.
Figure 7. A screenshot of the Workplace App.

Figura 8. Captura de pantalla de la aplicación Workplace App.
Figure 8. A screenshot of the Workplace App.

8.





Roxy Guellmeister es una arquitecta diseñadora con una Maestría en Diseño Arquitectónico del Studio de Zaha Hadid en la Universidad de Artes Aplicadas de Viena. Roxy trabaja actualmente en múltiples proyectos icónicos para Foster + Partners en Londres. Roxy es parte del Specialist Modeling Group en Foster + Partners, un grupo de I + D dirigido por proyectos que se especializa en complejos problemas geométricos, de computación y física de edificios.

Trabajando en la intersección entre la arquitectura, el diseño computacional y la simulación ambiental en varias escalas, Roxy está interesada en los sistemas complejos que dan forma a nuestra relación con el espacio y nuestro entorno construido. Su interés en el diseño centrado en el ser humano va más allá de la arquitectura hacia la percepción, la interfaz, la tecnología y la vida urbana futura en una escala mayor. Roxy también participa en varios proyectos y actividades de think tanks sin fines de lucro, tales como, "Futurama Redux: movilidad urbana después de automóviles y petróleo", que considera cómo la transición a la movilidad urbana posterior al carbono podría fomentar la sostenibilidad y la resiliencia.



The background features a complex, abstract geometric pattern composed of numerous thin, light-colored lines forming a three-dimensional, faceted surface. This surface has several sharp peaks and valleys, creating a sense of depth and movement. Superimposed on this pattern is the word "EXPERIENCIA" in a large, bold, dark red sans-serif font. The letters are slightly tilted, giving them a dynamic feel as if they are emerging from or sinking into the geometric matrix.

EXPERIENCIA

EXPERIENCE

Carlos Rueda
Juanita Botero

INTRODUCCIÓN

La relevancia que tiene para la arquitectura la noción de experiencia no ha de ser menospreciada. La experiencia se encuentra íntimamente ligada al cuerpo y también al lugar: a la vida misma, y a la *incorporación* del ser al mundo. La cognición humana es corpórea y, puede decirse, experiencial. La experiencia construye la memoria, la identidad colectiva y subjetiva, y es el vehículo para un habitar poético en el mundo. La experiencia, y también el confort, han de estudiarse desde un punto de vista, más que instrumental, poético y ético a la vez, en aras de entender el sentido y razón de ser de la arquitectura y la relación entre el ser y el mundo, a quienes va dirigida. Si el fin último de la existencia humana es darle sentido a la vida, un objetivo trascendente de la arquitectura ha de ser la creación de atmósferas cargadas de sentido.

Abordar el concepto de experiencia en relación con el de lugar en la arquitectura desde el campo de la fenomenología se hace indispensable. La experiencia y el lugar confluyen para crear una atmósfera armoniosa y total. En este módulo de Experiencia, se hace un recorrido también por el concepto de confort y se estudian arquitectos y proyectos a través de la literatura buscando entender cómo hacer una arquitectura de sentido a la existencia humana, en el mundo.

The relevance of the notion of experience for architecture can never be underestimated. Experience is closely related to the body, and to place: to life itself, and one's *embodiment*, in the world. Human cognition is embodied and experiential, one could say. Experience builds memory, collective and subjective identity, and is the vehicle for dwelling poetically in the world. Experience, as well as comfort, must be studied from a, rather than instrumental, poetic and ethic point of view, towards understanding the meaning and rationale of architecture and its relationship between self and world, towards which it directs to. If the ultimate goal of human existence is giving meaning to life itself, a transcendental objective of architecture might as well be the creation of atmospheres loaded with meaning.

Approaching the concept of experience in its relationship to place, from phenomenology is of necessity. Place and experience converge when creating total harmonious atmospheres. In this module on experience we review as well the concept of comfort, and study architects and projects via literary means searching for an understanding on how to make architecture that gives meaning to human existence, in the world.

De partida, por medio de un recorrido por el significado del término confort, Sarah Robinson evidencia que el confort tuvo originalmente una estrecha relación con el concepto de belleza, placer, armonía, proporción y especialmente con el cuerpo, el cual posee un orden natural y cósmico que debe dar origen a la arquitectura. Robinson nos lleva a entender cómo con el tiempo, desaparece el sentido metafísico de la arquitectura, en gran parte por la pérdida de la preocupación por el cuerpo y su relación con el cosmos. Por tal motivo el significado de confort y de arquitectura se han distorsionado. Nos lleva Robinson así a pensar en la importancia de renovar nuestra comprensión del confort, retornando a la concepción del diseño centrado en el ser humano y en un cuerpo vivo, vulnerable, dinámico y en la relación con el entorno, la experiencia y el bienestar humano.

Anna Ulrikke Andersen por su parte se concentra en estudiar como las vivencias y las experiencias propia del arquitecto e investigador Christian Norberg-Schulz, le permitieron llegar a su teoría del *genius loci* y a desarrollar su postura frente a la arquitectura. Demuestra Anna Ulrikke cómo para el teórico Norberg-Schulz las experiencias son constitutivas del ser, que hacen parte de nosotros y que no florecen a través del razonamiento sino de las vivencias mismas, convirtiéndose así en algo fundamental en el momento de entender el entorno y de crear una arquitectura con sentido.

Carlos Rueda hace énfasis en la indisoluble relación entre la experiencia y el lugar, y consecuentemente, en la posibilidad de entender el hacer del arquitecto como un proceso de *re-creación* poética de la experiencia. Rueda relaciona la experiencia con la idea de imagen poética, a la manera de Bachelard, y el oficio del arquitecto con el del poeta, que re-imagina o *metamorfosa* imágenes poéticas. Conecta Rueda igualmente las nociones de experiencia y de sentido, o significado, y nos brinda algunos ejemplos arquitectónicos relevantes e ilustrativos tanto históricos como contemporáneos deteniéndose significativamente en la obra de Peter Zumthor y de Rogelio Salmona.

Klaske Havik a través de un análisis narrativo de dos obras de los arquitectos Rogelio Salmona y Alvar Aalto, nos muestra cómo con la utilización de la descripción literaria es posible revelar aspectos experienciales, temporales, sociales y prácticas cotidianas de la arquitectura. Havik da

From the start, Sarah Robinson, revisiting the meaning of the term comfort, makes evident that originally comfort had a close relationship with concepts of beauty, pleasure, harmony, proportion, and specially with the body which holds a natural and cosmic order from which architecture must originate. Robinson leads us to understand how in time, the metaphysical sense of architecture disappears, for the most part, due to a loss of concern with the body and its relationship to the cosmos. Thus, the meaning of comfort and architecture got distorted. Robinson makes us think of the importance of renewing our understanding of comfort, returning to a notion of design which is centered on the human being and her/his living body, vulnerable, dynamic, and related to the environment, experience, and human well-being. Anna Ulrikke Andersen on her part concentrates on studying how the architect and scholar Christian Norberg-Schulz's own lived experiences allowed him to arrive to his notion of the *genius loci* and develop a position vis à vis architecture. Anna Ulrikke demonstrates how for the theoretician Norberg-Schulz experiences are constitutive of oneself, they belong to us, and do not surge from reasoning but rather by virtue of what one had lived, thus becoming something fundamental at the moment of understanding a surrounding and creating meaningful architecture.

Carlos Rueda makes emphasis on the inseparable relationship between experience and place, and consequently, the possibility of understanding the making of the architect as a process of poetic *re-creation* of experience. Rueda relates experience with the idea of the poetic image, in Bachelard's way, and the architect's métier with that of the poet, who re-imagines or *metamorphoses* poetic images. Rueda connects as well the notions of experience and meaning, and provides us with some relevant, illustrative architectural examples, in history and contemporaneity, significantly elaborating on the work of Peter Zumthor, and Rogelio Salmona.

By means of a narrative analysis of two selected works by architects Rogelio Salmona and Alvar Aalto Klaske Havik shows us how using literary description it is possible to reveal experiential, temporal, social, and everyday practices of architecture. Havik gives an account of how both architects felt a strong responsibility and respect for

cuenta de cómo ambos arquitectos sintieron una fuerte responsabilidad y respeto por los elementos sociales, culturales, tradicionales y por el lugar que hacen con sus proyectos. Evidencia Havik también de que manera el análisis de la obra de ambos arquitectos revela el papel que juega el tiempo, la memoria y la percepción corporal en la experiencia arquitectónica.

Concluye el módulo Alberto Pérez Gómez con una demostración rigurosa —y bellísima a la vez— de cómo, la idea de atmósfera como armonía musical precede y trasciende (que es más importante) al positivismo e instrumentalización ocular-centrista moderna en arquitectura. La bella noción arquitectónica de atmósfera musical supera la hoy aun generalizada arquitectura para el ojo, el objeto y la estética —entendida esta última como gusto o estilo personal. Pérez Gómez pone en evidencia la complejidad y particular sintonía y armonía que caracterizan la noción de atmósfera musical en arquitectura, que puede decirse, resulta análoga a una experiencia poética.

towards social, cultural and traditional elements, as for the place in which they make their projects. Havik as well makes evident the way in which an analysis of the work of both architects reveals the role that time, memory and embodied perception play for an architectural experience.

Alberto Pérez-Gómez concludes this module with a rigorous—and beautiful at once—demonstration of how the idea of an harmonious musical atmosphere precedes, and (what is more important) supersedes, modern ocular-centrist positivism and instrumentality in architecture. The beautiful architectural notion of musical atmosphere supersedes a still nowadays generalized architecture for the eye, object and aesthetics—the latter understood as an issue of personal taste or stile. Pérez-Gómez makes evident the complexity, singular attunement and harmony which characterize the notion of musical atmosphere in architecture, that one could say is analogous to a poetic experience.

Sarah Robinson

(Sarah Robinson Architect) ITALIA

» EL SIGNIFICADO
DEL CONFORT

THE MEANING «
OF COMFORT

Los únicos factores y motivos posibles que podrían remplazar los antiguos criterios son los estudios científicos sobre lo que las personas y la sociedad necesitan incondicionalmente para mantenerse, o mejor aún, desarrollarse como organismo saludable.

Alvar Aalto

The only possible factors and motives with which one can replace the old criteria are scientific studies of what people and society unconditionally need in order to remain, or better yet, to develop into a healthy organism.

--Alvar Aalto

Cuando escucho la palabra confort, dos imágenes saltan inmediatamente a la mente; la primera es la del confort térmico —el estrecho ancho de banda de la homeostasis que la temperatura de nuestro cuerpo no debe rebasar—. La segunda es la de un sofá o una cama cómodos; algo blando y perfectamente formado que se ajuste a mi cuerpo. En estas connotaciones, el confort puede ser medido o comprado. Sin embargo las raíces de la palabra confort revelan un significado mucho más profundo que el de cualquiera de los mencionados. El uso de la palabra confort en el idioma inglés se puede rastrear hasta el siglo trece, cuando significaba la sensación de consuelo en momentos de aflicción o tristeza, un solaz, una fuente de alivio para el dolor, así como también una fuente de placer y fortaleza. El término proviene del latín *confortare*, una fusión de *con*, que significa “unir”, “fusionar”, con el vocablo *fort*, que significa “fuerza”. Un fuerte o fortaleza, es la imagen misma de fuerza, firmeza y protección. No fue sino hasta el siglo diecisiete que el término llegó a ser relacionado con la noción de lujo y entendido

When I hear the word comfort, two images spring immediately into mind; the first is thermal comfort--the narrow bandwidth of homeostasis from which our body temperature must not deviate. The second image is that of a comfortable sofa or bed, something soft and perfectly shaped to receive my body. In these connotations--comfort can either be bought or measured, but the roots of the word comfort reveal a meaning far deeper than either of these. The usage of the word comfort in the English language can be traced back to thirteenth century, where it meant a feeling of relief in affliction or sorrow, solace, a source of the alleviation of pain, as well as a source of pleasure and strength. The word is rooted in the Latin *confortare*, a fusion of *con*, meaning to join, to fuse, with *fort*-which means strength. Fort, or fortress is the very image of steadfast strength and protection. It was not until the seventeenth century that the word comfort came to be associated with luxury, and was understood as something superfluous,

como algo superfluo, un producto adquirible —no una necesidad, ni mucho menos un derecho humano—. Esta trivialización del confort es evidente por su total ausencia en el discurso y la práctica de la arquitectura: el confort es algo que se deja en manos del ingeniero mecánico, quien diseña el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado [HVAC, por su sigla en inglés], o bien al diseñador de interiores, quien escoge el sofá. Pero resulta que dicha negligencia tiene su origen en la desaparición de otras preocupaciones que alguna vez fueron centrales para el diseño de una obra de arquitectura sólida y significativa.

■ EL ORDEN DE VITRUVIO

El único tratado de arquitectura de la antigüedad clásica existente, *Los diez libros de arquitectura* de Marco Vitruvio Polión, escrito hacia finales del siglo primero a. C., identificó tres famosos elementos necesarios para lograr un edificio bien diseñado: *firmitas, utilitas y venustas*. La primera cualidad se refiere a la fuerza física, garantizada por la integridad estructural de la edificación, la segunda llegó a entenderse como la distribución eficiente de los espacios y los sistemas mecánicos encargados de las necesidades funcionales, mientras que la última, la cualidad estética —relacionada con la diosa Venus—, confería estilo, proporción y belleza. Este triunvirato fue memorablemente llevado al inglés por el traductor del siglo XVII Henry Wotton (1624) como “firmeza, comodidad y deleite” (p. 1). Durante siglos los arquitectos modelaban sus obras con base en este celebrado antecedente. Pero, ¿dónde —cabría preguntarse— entra el confort en este orden histórico?

Yo argumentaría que el confort habita firmemente entre *utilitas* y *venustas*, ubicándose por igual en la comodidad y el placer. De hecho, la palabra italiana para confort, *comodo*, tiene la misma raíz que “comodidad” y conlleva el mismo sentido que Wotton pretendía dar en su traducción: *comodo* significa útil y conveniente, pero más aún, implica la comodidad de un ajuste perfecto, como el de “la mano al guante”. El confort es placer y por esto es casi sinónimo de deleite. En efecto, el confort comparte mucho con la noción de belleza, en su sentido clásico, y a fin de cuentas ambos sufrieron un destino similar.

a purchasable commodity--not a necessity, much less a human right. This trivialization of comfort is evident in its complete absence from both architectural discourse and practice: comfort is something left to the mechanical engineer who designs the HVAC system or to the interior designer who orders to sofa. And, as it turns out this neglect can be traced to the disappearance of other concerns once central to the design of a sound and meaningful work of architecture.

■ THE VITRUVIAN MANDATE

The only surviving architectural treatise of classical antiquity, written near the end of the first century B.C., Vitruvius Pollio's *Ten Books of Architecture* famously identified three elements necessary for a well-designed building: *firmitas, utilitas, and venustas*. The first quality referred to the physical strength secured through the building's structural integrity, the second came to be understood as the efficient arrangement of spaces and mechanical systems meeting functional needs, while the last, the aesthetic quality associated with the goddess Venus, bestowed style, proportion, and beauty. This triumvirate was memorably rendered into English by the seventeenth century translator Henry Wotton (1624), as: “firmness, commodity, and delight.” (p. 1). And for centuries architects modeled their work on this celebrated antecedent. But where, one might ask, does comfort fit into this historic mandate?

I would argue that comfort is lodged firmly between *utilitas* and *venustas*--belongs equally to commodity and delight. In fact, the Italian word for comfort, which is *comodo*, shares the same root as commodity and carries the original sense of what Wotton intended to translate: *comodo* means handy and convenient, but more than that, it means the comfort of a perfect, hand in glove, fit. Comfort is a pleasure, and for this reason is almost synonymous with delight. And indeed, comfort shares much with the notion of beauty in the classical sense, and, as it turns out both happened suffer a similar fate.

Vitruvio y sus seguidores renacentistas consideraban la belleza, no como algo opcional o añadido, sino como una característica inherente al cosmos. La belleza era evidencia de la armonía subyacente que mantenía la unión del mundo natural con el cósmico. Aunque la belleza era la última de la trinidad de Vitruvio, no por eso era menos importante que la función o la utilidad; las tres funcionaban juntas como un todo interdependiente. Dado que la belleza era una característica del universo, era accesible y estaba disponible para todos, no se requería de especial formación o de refinamiento del gusto para tener una experiencia de ella; tanto el ojo como el oído inexperto podían tener una experiencia vivencial de la belleza de la armonía.

El sistema de proporciones que surgió de la cosmovisión clásica y renacentista se fundamentaba en la noción de un universo proporcionado de acuerdo con las leyes matemáticas —la música y la arquitectura eran disciplinas hermanas precisamente porque ambas se regían por las mismas leyes de proporción—. Es importante recordar que Vitruvio consideraba la arquitectura como una imitación de la naturaleza y el cuerpo humano como su más refinada expresión. El cuerpo era un microcosmos de un macrocosmos mucho más grande, no existía discontinuidad entre ellos. Era este subyacente sentido de armonía lo que hacía que el cuerpo humano fuese digno de representar las proporciones del orden cósmico; el cuerpo tenía las proporciones ideales para poder mediar entre los dos mundos. Se entendía que las proporciones del cuerpo se repetían en todo el orden natural y cósmico y que el cuerpo, como medida, establecía las proporciones de la edificación —el cuerpo y el edificio entraban en sintonía, se ajustaban el uno al otro. Esta compaginación es lo que la palabra *comodo* captura, el acoplamiento del mundo con el cuerpo individual como sentido más profundo del confort. Experimentar el confort, como experimentar la belleza, es entrar en sintonía con un mundo donde las cosas encajan, en el que el ser humano encuentra un sentido de pertenencia al mundo.

■ EL SINO DE LO BELLO

La pérdida de la belleza y la proporción en las narraciones dominantes de la historia de la arquitectura puede ser rastreada en el siglo diecisiete y adjudicada a Claude Perrault (1683). Primero en romper la alianza con Vitruvio, Perrault insistía en que la belleza era algo arbitrario, una cuestión de gusto personal.

Vitruvius and his Renaissance followers considered beauty not as something optional or added on, but an inherent feature of the cosmos. Beauty was evidence of the underlying harmony that held the natural and cosmic worlds together. Though beauty was listed last in Vitruvius' trinity, it was no less critical than function or utility, the three functioned together in an interdependent whole. And because beauty was a feature of the universe, it was accessible and available to all, no special training or refinement of taste was required to experience it, both an untrained eye and untrained ear could experience the beauty of harmony.

The system of proportions that developed out of the Classical and Renaissance world picture was rooted in an understanding of a universe that was proportioned according to mathematical laws—music and architecture were kindred disciplines precisely because both were governed by the same laws of proportion. It is important to remember that Vitruvius considered architecture to be an imitation of nature, and the human body to be nature's most refined expression. The body was a microcosm of a greater macrocosm, there was no discontinuity between them. It was this underlying sense of harmony that made the human body worthy of representing the proportions of the cosmic order, the body was ideally proportioned to mediate between them. The proportions of the body were understood to be repeated throughout the natural and cosmic order, and the body as measure tempered the proportions of the building-- body and building were tuned to one another, they fit together—it is this fitting, this fitness that the word *comodo* captures, this coupling of the world with the individual body that is deepest sense of comfort. Experiencing comfort, like experiencing beauty, is an attunement to a world in which things fit together, in which human being finds a sense of belonging in the world.

■ THE FATE OF THE BEAUTIFUL

The loss of beauty and proportion from the dominant narrative of architectural history can be traced to the seventeenth century and Claude Perrault (1683). The first to break the Vitruvian alliance, Perrault insisted that beauty was something arbitrary, a matter of personal taste.

Ni la Imitación de la Naturaleza, ni la Razón, ni el Buen Sentido son Fundamentos de aquellas Bellezas que vemos en la Proporción, el Orden y la Disposición de la Parte de una Columna; y es imposible asignarle otra Causa alguna a su carácter agradable que la Costumbre. (p. viii)

Según Perrault, los órdenes clásicos y las leyes de proporción de las cuales se derivan eran simplemente estándares de belleza convencionales culturalmente relativos, en lugar de una ciencia basada en la ley natural. Insistía en que la belleza es un asunto de gusto cultivado, un juicio estético, en lugar de un patrón ordenador universal del mundo natural. Alberto Pérez-Gómez (1993) se ha esforzado en demostrar que la preocupación de Perrault era ubicar la arquitectura dentro del marco de la nueva mentalidad científica, introducida por Galileo y Descartes (p. 1). Con el surgimiento de la nueva ciencia, la noción de armonía, entendida como elemento cohesionador del cosmos y predominante en el pensamiento desde Pitágoras hasta comienzos del siglo dieciocho, empezó a desintegrarse. La proporción perdió su posición como principio rector que vinculaba el microcosmos con el macrocosmos. Al perder su relación con la música, la belleza pasó a ser un asunto meramente visual, allanando, desde luego, el camino hacia la hegemonía de lo visual, que habría de emerger más tarde. La belleza se convirtió en relativa y superflua. La firmeza y la comodidad prevalecieron sin el deleite y cuando *venustas* desapareció, la preocupación por el confort se esfumó con ella.

■ EL CUERPO FRAGMENTADO

Aunque Perrault es más famoso por su diseño de la fachada oriental del Louvre —que por cierto presenta una profusa utilización del orden clásico cuyo significado logró relativizar—, su mayor pasión era su trabajo en medicina y anatomía. Por entonces la interdisciplinariedad no era inusual y la alianza entre medicina y arquitectura estaba bien establecida desde la antigüedad clásica. Las disciplinas compartían objetivos similares: mientras los galenos se ocupaban de la salud y el bienestar de cada persona, el arquitecto tomaba medidas de la tierra física para acomodar el cuerpo humano. Ambos se interesaban en medidas, proporciones y armonía. Algo de este espíritu persistió hasta el siglo dieciocho en voz de Novalis, quien insistía en que todas las enfermedades son, en

Neither the Imitation of Nature, nor Reason, nor Good Sense, are the Foundations of those Beauties, which we see in the Proportion, Order and Disposition of the Part of a Column; and it is impossible to assign any other Cause of their agreeableness than Custom. (p. viii)

According to Perrault, the classical orders and the laws of proportion from which they were derived were merely conventional, culturally relative standards of beauty rather than a science based on natural law. He insisted that beauty is a matter of cultivated taste, an aesthetic judgement, rather than a universal ordering pattern of the natural world. Alberto Pérez-Gómez (1993) has been at pains to show that Perrault's concern was to place architecture into the framework of the new scientific mentality ushered in by Galileo and Descartes (p. 1). With the rise of the new science, the harmony once understood to hold the cosmos together which pervaded thinking from Pythagoras right up to the beginning of the eighteenth century began to disintegrate. Proportion lost its status as a governing principle binding microcosm and macrocosm together. Losing its relationship with music, beauty became a purely visual affair, of course paving the way for the hegemony of vision that would later follow. Beauty became relative and superfluous. Firmness and Commodity forged ahead without Delight--and when *venustas* disappeared, concern for comfort went along with it.

■ THE FRAGMENTED BODY

Though Perrault is most famous for his design of the East facade of the Louvre which incidentally makes abundant use of the classical orders whose meaning he effectively relativized, his most passionate pursuit was his work in medicine and anatomy. At the time, interdisciplinarity was not unusual and the alliance between medicine and architecture had been well established since classical antiquity--the disciplines shared similar aims; while the physician cared for the health and well being of each person, the architect took measure of the physical earth to accommodate the human body. Both were concerned with measure, proportion, and harmony. Some of this spirit persevered into the eighteenth century in the voice of Novalis who insisted that all diseases, are at their base,

su fundamento, problemas musicales y que toda curación es una solución musical. Pero su sentir fue una rara excepción entre las posturas sobre el cuerpo —tanto de la medicina como de la arquitectura—, que la nueva ciencia había implantado.

Como lo demuestra Pérez-Gómez (1993), la arquitectura que nació de la nueva cosmovisión científica coincide con el desarrollo de la anatomía moderna. El hermano de Perrault, Charles, quien desempeñó un papel decisivo en la implantación de la física cartesiana, proclamaba que “el hombre no tiene ninguna proporción y ninguna relación con los cuerpos celestiales que se hallan infinitamente distantes de nosotros” (Perrault, Ch., [1692-1696](#), pp. 46-59).

Esta actitud se había impuesto tanto a alturas del siglo dieciocho que, basado en poco más que su opinión personal, Edmund Burke eliminó de un plumazo las últimas piedras angulares del pensamiento renacentista al afirmar: “El cuerpo nunca proporcionó al arquitecto ninguna de sus ideas” (1998, p. 135). En la medida en que el cosmos tradicional se desintegraba, la medicina se fue ajustando a la visión mecánica del mundo dictada por la física. La relación trascendental entre el cuerpo y el edificio que había prevalecido durante milenios se había disuelto. La preocupación por el cuerpo prácticamente desapareció del discurso arquitectónico, y como el confort tiene que ver con el cuerpo, no es coincidencia que la palabra confort haya perdido su significado esencial más o menos por esos tiempos. El cuerpo, al ser entendido como mecanismo entre mecanismos dio lugar a que, inevitablemente, la respuesta a sus necesidades se basara en estrategias puramente mecánicas.

Además, al haber perdido su posición como expresión metafísica del orden universal, la arquitectura perdió también su propósito esencial. François Blondel ([1698](#)), contemporáneo de Perrault y uno de sus más duros críticos, proféticamente entendió las devastadoras consecuencias de desvirtuar el rol metafísico que desempeñaba la arquitectura frente al organismo humano. Predijo que sin principios estables e invariables encarnados en la arquitectura, los seres humanos perderían su sentido de coherencia y esto resultaría en vidas desesperadas e inquietas (pp. 168-173). En efecto, las consecuencias de este giro condujeron a una crisis en la que aún nos encontramos; una situación en la que, en palabras de Pérez-Gómez (1993): “El habitante permanece como

musical problems, and that every cure is a musical solution. But his sentiment was a rare exception to the attitudes towards the body of both medicine and architecture that the new science ushered in.

As Pérez-Gómez (1993) has shown, the architecture that grew out of the new scientific worldview closely coincided with the development of modern anatomy. Perrault's brother Charles who was instrumental in establishing Cartesian physics proclaimed that, “Man has no proportion and no relation with the heavenly bodies infinitely distant from us.” (Perrault, Ch., [1692-1696](#), pp. 46-59).

This attitude became so prevalent by the eighteenth century that based on little more than personal opinion, Edmund Burke breezily dismissed one of the last cornerstones of Renaissance thought, declaring. “The body never supplied the architect with any of his ideas.” (1998, p. 135). As the traditional cosmos disintegrated, medicine was reframed to fit into the mechanical world picture dictated by physics. The transcendental relationship between body and building that had been affirmed for millennia, had all but dissolved. Concern for the body virtually disappeared from architectural discourse, and comfort is ultimately about the body; so it is no coincidence that the word comfort lost its essential meaning right around this time. The body understood as a mechanism among mechanisms inevitably resulted in responding to the body's needs with purely mechanical strategies.

Further, losing its status as a metaphysical expression of universal order, architecture lost its essential purpose. François Blondel, one of Perrault's contemporaries and harshest critics prophetically understood the devastating consequences of undermining architecture's metaphysical role to the human organism. He predicted that without the stable and invariable principles embodied in architecture, humans would lose their sense of coherence, and would lead desperate and restless lives (pp. 168-173). And indeed, the consequence of this shift led to the crisis in which we have found ourselves today, a situation in which, in the words of Pérez-Gómez (1993), “The inhabitant remains a passive consumer or a voyeur rather than a true

un consumidor pasivo o un voyeurista, en lugar de participar verdaderamente en un orden que le permita trascender la mortalidad individual a través de un sentido de pertenencia” (p.).

■ DISEÑAR PARA SOBREVIVIR

Estamos aún intentando recuperarnos de la pérdida de una visión coherente del mundo. Esto es precisamente a lo que Alvar Aalto (1998) se refería cuando escribió: “Los únicos factores y motivos posibles con los que se podrían remplazar los criterios antiguos son los estudios científicos sobre lo que las personas y la sociedad necesitan incondicionalmente...para poder desarrollarse como un organismo saludable” (p.) Hemos avanzado a tumbos debido a la ausencia de los “antiguos criterios”. Pero avances en las ciencias biológicas y humanas durante las últimas tres décadas han hecho importantes descubrimientos sobre la forma en que entendemos la interdependencia con nuestro entorno. Las obsoletas dicotomías entre cuerpo y mente, naturaleza y cultura, lo animado y lo inanimado, y hasta del interior y el exterior, han dado paso a una historia más rica, interconectada y no dualista de nuestra relación con el mundo. El haber recurrido a las herramientas de la ciencia moderna que precipitaron la disolución de la imagen del mundo clásico desalojó criterios potencialmente útiles que podrían, en efecto, ayudarnos a entender cómo desarrollarnos como organismos saludables.

Aalto no estaba solo en su pronóstico del futuro de la arquitectura. Escribió su sentir varias décadas antes de que Richard Neutra (1892-1970) escribiera su *Survival through Design* [“Diseñar para sobrevivir”] (1956), un libro que subraya una estrategia similar: aplicar el conocimiento biológico, sicológico, sociológico y ecológico a la práctica de la arquitectura. Él también estaba convencido de que la arquitectura ejercía un impacto profundo en el bienestar de los seres humanos y que el arquitecto desempeñaba un papel crucial en la formación de la “constitución nerviosa de generaciones” (p. 20). Estos dos arquitectos ejercían su práctica en la vanguardia del modernismo, así es que ejemplos de su obra sirven para esclarecer cómo podríamos diseñar para el organismo humano en su totalidad.

participant in an order that would allow him or her to transcend individual mortality through a sense of belonging.”

■ SURVIVAL THROUGH DESIGN

We are still trying to recover from the loss of a coherent world picture. This is precisely what Alvar Aalto (1998) was referring to when he wrote, “The only possible factors and motives with one can replace the old criteria, are scientific studies of what people and society unconditionally need. . .in order to develop into a healthy organism.” We have floundered from the absence of the “old criteria.” But findings in the biological and human sciences in the last three decades, have made important breakthroughs in our understanding of interdependence with our environment. Tired dichotomies of body and mind, nature and culture, animate and inanimate and even inside and outside have given way to a richer, interconnected and non-dualistic story of our relationship with the world. Using the tools of the modern science that precipitated the dissolution of the classical world picture has yielded potentially useful criteria that could indeed help us understand how to develop into healthy organisms.

Aalto was not alone in his prognosis of the future of architecture. His sentiment was written at several decades before Richard Neutra’s (1892-1970) *Survival through Design* (1956), a book that outlines a similar strategy: applying biological, psychological, sociological and ecological knowledge to the practice of architecture. He was also convinced that architecture profoundly impacted human well-being and that the architect played a critical role in shaping the “nervous make-up of generations” (p. 20). Both of these architects practiced at the forefront of modernism, so examples of their work serve to illuminate how we could design for the whole of the human organism.

■ CONFORT SIGNIFICA FORTALECER

El sociólogo Charles Abrams comentaba que los arquitectos de zoológicos entendían más a sus sujetos que lo que la mayoría de los arquitectos entendían a las personas. Existe un creciente movimiento hacia el diseño centrado en el ser humano, pero si no hemos estado diseñando edificios para gente, ¿para quiénes exactamente hemos estado diseñando? Los arquitectos escasamente han considerado el cuerpo en el diseño y, cuando lo han hecho, ha sido para un cuerpo estático e idealizado en lugar de uno vulnerable, que evoluciona, envejece y es dinámico. Una comprensión renovada del confort debe basarse en una comprensión enriquecida del cuerpo viviente y en un entendimiento preciso de nuestra interdependencia con el entorno. Sólo entonces podremos restaurarle al confort su dignidad original. Confort significa fortalecer; es un derecho humano básico sin el cual no podemos prosperar como organismos saludables.

Aalto tenía este objetivo en mente al diseñar el Sanatorio de Paimio, un hospital que diseñó para pacientes tuberculosos. El único tratamiento conocido en 1929 era el aire fresco y la luz del sol, así es que el sanatorio está inmerso en un bosque interconectado por senderos peatonales. Buscaba que el hospital fuera un instrumento de sanación y recurrió a su experiencia personal como método crítico para el diseño.

Cuando él mismo tuvo que ser hospitalizado, se dio cuenta que los hospitales rara vez estaban diseñados desde el punto de vista del paciente, quien casi siempre se encuentra postrado. Por eso diseñó cielo rasos más oscuros que las paredes, lo cual, según él, hacía la atmósfera más apacible desde la posición supina del paciente. Los cielo rasos más oscuros eran mate y la iluminación general fue ubicada por encima de la cabeza del paciente para poder ajustar el ángulo de visión al estar acostado. Las ventanas y la ubicación de las camas se basaban en consideraciones solares y la luz del día; los balcones eran coloridos y ubicados de tal forma que optimizaran el descanso bajo el sol. Él diseñó espacios para la interacción, y el descanso en común bajo el sol. Él y su esposa Aino diseñaron minuciosamente los muebles, accesorios y herrajes de puertas a fin de proveer confort y deleite estético. Debido a que las habitaciones estaban destinadas a ser compartidas por dos pacientes, diseñaron lavamanos silenciosos para no perturbar al paciente

■ COMFORT MEANS TO STRENGTHEN

The sociologist Charles Abrams complained that zoo architects understood much more about their subjects than most architects understand about people. There is a growing movement towards human-centered design, but if we haven't been designing buildings for people, who exactly have we been designing them for? Architects have scarcely considered the body in design, and when they have, they have designed for a static and idealized body, rather than a vulnerable, evolving, aging, dynamic body. A renewed understanding of comfort must be based on an enriched understanding of the living body, and a refined understanding of our interdependence with our environments; only then can we restore comfort its original dignity. Comfort means to strengthen, comfort is a basic human right, without which we cannot flourish as healthy organisms.

Aalto had this aim in mind for the Paimio Sanatorium, a hospital he designed for patients suffering from tuberculosis. The only known treatment in 1929 was fresh air and sunshine and so the sanatorium is immersed in a forest interlaced with walking paths. He intended the hospital to be an instrument for healing, critically drawing upon his own personal experience for its design.

When he himself was hospitalized, he realized that hospitals are rarely designed from the patient's point of view, who is almost always lying down. For this reason, he designed ceilings darker than the walls, which according to him made the atmosphere more peaceful from the patient's supine position. Darker ceilings were glare-free and general lighting was located above the patient's head to accommodate the angle of vision when laying down. Windows and the placement of beds were based on solar considerations and daylighting, balconies were colorful and located to optimize resting in the sunshine. **He designed communal spaces for interaction, and mutual resting in the sun.** He and his wife Aino carefully designed the furniture, fixtures and door hardware to afford comfort and aesthetic delight. Because the rooms were intended to be shared by two people, sinks were designed to be noiseless so as not to disturb

vecino; también diseñaron las manijas de tal modo que se pudieran abrir con facilidad y con sigilo.

Uno de los artefactos más icónicos del diseño es el sillón Paimio, cuyas curvas sinuosas no fueron diseñadas para el deleite visual, sino modeladas de acuerdo con la columna vertebral del paciente a fin de facilitar su respiración. Aalto era muy hábil en casar lo funcional con lo estético e insistía: “Para lograr metas prácticas y formas estéticas válidas relacionadas con la arquitectura, no se puede empezar siempre desde una postura racional y técnica —inclusive, quizá nunca—.” (p.) Es importante hacer énfasis en que, aunque él mismo anhelaba que hubiese estudios que pudieran ayudarnos a entender cómo diseñar mejor, tales estudios por sí mismos no eran suficientes para hacer una obra de arquitectura vital y viviente—“y quizás nunca” Como hemos visto, la función y la utilidad sufren cuando pierden su arraigo en la belleza.

■ LA ESTÉTICA DEL CONFORT

La obra de Alvar Aalto por sí sola debería refutar la incisiva costumbre de la arquitectura de proveer confort y estética a dos ámbitos mutuamente excluyentes. La percibida brecha entre la preocupación por el confort y los objetivos estéticos es un remanente conceptual mal encausado del temprano abandono de la belleza por parte de la arquitectura. Cuando fue desarraigada de su expresión significativa en el orden natural, la belleza se tornó disponible a la mercantilización —la belleza se puso efectivamente a la venta—; como el confort, la belleza pasó a ser en lujo en lugar de una necesidad. Pero ahora sabemos que, lejos de ser arbitraria, la belleza es impulsada biológicamente y no es simplemente una cualidad visual juzgable, sino la fuerza motriz de la evolución. Como Joseph Brodsky (1997) con razón afirma, “Creámoslo o no, el propósito de la evolución es la belleza” (p. 35). Simplemente afirmaba lo que ya era evidente para Darwin, que la belleza es el fundamento de una dinámica evolutiva compleja (Prum, 2017) y, como bien sabían los antiguos, una expresión de un orden natural subyacente.

“Estética” proviene del vocablo griego, *aisthétikos*, que significa “percepción sensorial”. Entender la historia natural de nuestros sistemas sensoriales es crucial para un diseño que busque el bienestar humano. Evolucionamos en el mundo natural que

one's fellow patient, handles were designed to be easily and silently opened.

One of the most iconic artifacts is the Paimio armchair, whose sensuous curves were not designed purely for visual delight, but were shaped according to the patient's spine to facilitate easier breathing. Aalto was highly skilled in wedging the functional with the aesthetic and insisted that, “In order to achieve practical goals and valid aesthetic forms in connection with architecture, one cannot always start from a rational and technical standpoint--perhaps even never.” It is important to stress that although he himself longed for scientific studies that would help us understand how to design better, such studies alone were not sufficient to make a vital and living work of architecture--“perhaps even never.” As we have seen, function and utility suffer when they lose their rootedness in beauty.

■ THE AESTHETIC OF COMFORT

Alvar Aalto's work alone should disprove the trenchant habit in architecture to accord comfort and aesthetics to mutually exclusive domains. The perceived gulf between concern for comfort and aesthetic objectives is a misguided conceptual remnant of architecture's early abandonment of beauty. When torn from its expressive meaningfulness in the natural order, it became available for commodification--beauty effectively went up for sale--like comfort, beauty became a luxury, not a necessity. But we now know that far from being arbitrary, beauty is biologically motivated; and that it is not merely a visual quality to be judged, but the driving force of evolution. As Joseph Brodsky (1997) rightly claims, “Believe it or not, the purpose of evolution is beauty.” (p. 35). He was simply stating what was self-evident to Darwin, that beauty is the basis for a complex evolutionary dynamic (Prum, 2017) and as the ancients recognized, an expression of an underlying natural order.

Aesthetics, comes from the Greek *aisthétikos* meaning sense perception. Understanding the natural history of our sensory systems is critical

se ajusta a nosotros, evolucionamos a través de las relaciones, nuestros cuerpos están conformados de acuerdo con unas proporciones y con las posibilidades que brinda el mundo natural. De nuevo, este acoplamiento es el sentido mismo del confort. Necesitamos entornos donde las cualidades del mundo natural se hagan manifiestas y nuestra presencia en el *continuum* de la vida sea celebrada. Esto significa hacer un viraje del énfasis en lo estático al movimiento, del blanco al color, de lo suave a la textura, de la superficie a las profundidad, de lo plano a las capas, de la anonimidad a las posibilidades, de la reducción al patrón.

El matemático y erudito Benoit Mandelbrot (2006) escribió:

La gente quiere ver patrones en el mundo. Es así como evolucionamos. Descendimos de aquellos primates que eran mejores en detectar los patrones indicativos de un depredador en el bosque, o de alimento en la sabana. Esta destreza es tan importante que la aplicamos en todas partes, se requiera o no. (p. 245)

Sabemos ahora que le adjudicamos patrones al mundo, y el mundo, a su vez, nos impone patrones. Para hallar nuestro sentido de pertenencia necesitamos patrones que se ajusten a nosotros, que se ajusten a nuestros cuerpos, nuestros deseos e imaginaciones; un mundo con patrones que a su vez se ajuste a nosotros, nos brinde confort y nos fortalezca.



to design that supports human well-being. We evolved in the natural world that fits us, we evolved in relationship, our bodies are scaled to the proportions and affordances of the natural world. Again, this fitting together is the very meaning of comfort. We need environments in which the qualities of the natural world are made manifest and our presence in the living continuum celebrated. This means shifting the emphasis from stasis to movement, from white to color, from smooth to texture, from surface to depth, from flat to layered, from anonymity to affordances, from reduction to pattern.

People want to see patterns in the world. It is how we evolved. We descended from those primates who were best at spotting the telltale pattern of a predator in the forest, or of food in the savannah. So important is this skill that we apply it everywhere, warranted or not. (Mandelbrot, 2006, p. 245)

We now know that we pattern our world, and our world goes on to pattern us. To rediscover our sense of belonging, we need patterns that fit us, that fit our bodies, our desires and our imaginations--a world patterned to fit us, to comfort and fortify us.



■ REFERENCIAS

- Aalto, Alvar (1998). *Alvar Aalto in His Own Words*. Schildt, Goran (Ed.). Helsinki, Finlandia: Rizzoli.
- Blondel, F. (1698). *Cours d'architecture*. Paris: François Blondel.
- Brodsky, J. (1997). *On Grief and Reason*. New York: Ferrar, Strauss and Giroux.
- Burke, E. (1998). *A Philosophical Inquiry into the Sublime and Beautiful*. London: Penguin
- Neutra, R. (1956). *Survival Through Design*. Oxford: Oxford University Press.
- Mandelbrot, B. (2006) The (Mis)Behaviour of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin and Reward, NewYork: Profile.
- Pérez-Gómez, A. (1993). Introduction. En *Ordonnance of the Five Columns in Architecture* (Indra Kagis McEwen, trad.) Santa Monica, CA: Getty Center for the History of Art and Humanities.
- Perrault, C. (1683). *Ordonnance des Cinq espèces des colonnes selon la méthode des anciens*. Paris: Jean Baptiste Coignard.
- Perrault, C. (1708). *A Treatise of the Five Orders of Columns in Architecture* (John James, trad.). The MET Collection. New York, NY: Metropolitan Museum of Art.

■ REFERENCES

- Aalto, Alvar (1998). *Alvar Aalto in His Own Words*. Schildt, Goran (Ed.). Helsinki, Finlandia: Rizzoli.
- Blondel, F. (1698). *Cours d'architecture*. Paris: François Blondel.
- Brodsky, J. (1997). *On Grief and Reason*. New York: Ferrar, Strauss and Giroux.
- Burke, E. (1998). *A Philosophical Inquiry into the Sublime and Beautiful*. London: Penguin
- Neutra, R. (1956). *Survival Through Design*. Oxford: Oxford University Press.
- Mandelbrot, B. (2006) The (Mis)Behaviour of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin and Reward, NewYork: Profile.
- Pérez-Gómez, A. (1993). Introduction. En *Ordonnance of the Five Columns in Architecture* (Indra Kagis McEwen, trad.) Santa Monica, CA: Getty Center for the History of Art and Humanities.
- Perrault, C. (1683). *Ordonnance des Cinq espèces des colonnes selon la méthode des anciens*. Paris: Jean Baptiste Coignard.
- Perrault, C. (1708). *A Treatise of the Five Orders of Columns in Architecture* (John James, trad.). The MET Collection. New York, NY: Metropolitan Museum of Art.

- Perrault, Ch. (1692-1696). *Parallèle des Anciens et des Modernes* (2a ed.). Paris: Jean Baptiste Coignard, Vol. 4, pp. 46-59.
- Prum, R. (2017). *The Evolution of Beauty*. New York, NY: Penguin.
- Wotton, H. (1624). *The Elements of Architecture*. London: John Bill.
- Perrault, Ch. (1692-1696). *Parallèle des Anciens et des Modernes* (2a ed.). Paris: Jean Baptiste Coignard, Vol. 4, pp. 46-59.
- Prum, R. (2017). *The Evolution of Beauty*. New York, NY: Penguin.
- Wotton, H. (1624). *The Elements of Architecture*. London: John Bill.
- Sarah Robinson es arquitecta de profesión, ha trabajado por más de diecisiete años como arquitecta independiente y ha enfocado su trabajo de investigación a estudiar el cuerpo, la imaginación en el diseño y temas de fenomenología. Es autora del libro *Nesting: Body, Dwelling, Mind* y en conjunto con el arquitecto investigador Juhani Pallasmaa, editora del libro *Mind in Architecture: Neuroscience, Embodiment and the Future of Design*.
- Robinson, también es autora del libro, *Where is Home: On Identity, Making and Place*, libro próximo a ser publicado, y de numerosos ensayos y artículos. Ha sido profesora invitada a la University of Venice, Neuroscience in Architecture y presidente y fundadora del comité de la Escuela de Arquitectura Frank Lloyd Wright.

Anna Ulrikke Andersen
(Bartlett School of Architecture)
REINO UNIDO

» EXPERIENCIA DE LA ARQUITECTURA

AUTOBIOGRAFÍA DE CHRISTIAN NORBERG-SCHULZ

ARCHITECTURE «
EXPERIENCED

CHRISTIAN NORBERG-SCHULZ'S AUTOBIOGRAPHY

Un hombre de avanzada edad se halla de pie ante un ventanilla de tren que avanza rápidamente a través de un paisaje forestal: una escena captada por la cámara. Una voz en off que acompaña las imágenes en movimiento evoca una experiencia de muchos años atrás, al regresar a su Noruega natal después de una estadía en Italia. Sintió, de repente, una sensación muy fuerte. Era el espíritu del lugar, el genius loci (Imagen 1)

*An ageing man is standing by the window of a train, moving quickly through a forested landscape: a scene captured on camera. A voice-over accompanying the moving images recalls an experience he had many years prior, returning to his native Norway after a stay in Italy. Suddenly, he felt something strongly. It was the spirit of the place, the *genius loci*. [Fig 1]*

1.



Figura 1. Christian Norberg-Schultz ante una ventanilla de tren. Fotografía fija tomada de Livet Finner Sted [“La vida tiene lugar”] (1992), NRK (Corporación de Radiodifusión Noruega).

Figure 1. Christian Norberg-Schulz at the window of a train. Still from *Livet finner sted* (1992), NRK.

La descripción corresponde a la primera escena de la película *Livet Finner Sted* [“La vida tiene lugar”] (Helgesen, dir., 1992), un documental de televisión producido por la Corporación de Radiodifusión Noruega (NRK), que celebra la vida y obra del teórico de la arquitectura, Christian Norberg-Schulz (1926-2000). Ampliamente leído, celebrado y criticado, Norberg-Schulz es considerado uno de los pensadores de la arquitectura más influyentes de los años 1960 y 1970, en parte debido a su desarrollo de la fenomenología de Martin Heidegger en el campo de la arquitectura (Otero-Pailos, 2010, p. 146). En su famoso tratado, *Genius Loci. Aproximación a una fenomenología de la arquitectura* (Norberg-Schultz, 1980), planteó cómo el arquitecto debía tener en cuenta el *genius loci*, el espíritu del lugar, para crear relaciones significativas entre el ser y el entorno natural y construido. Dentro de este enfoque fenomenológico, la experiencia se alza por encima de lo que Heidegger considera abstracciones científicas, las cuales no permiten un habitar con sentido (Heidegger, 2000, pp. 147-164). La *Enciclopedia de filosofía de Stanford* define la fenomenología como: “el estudio de las estructuras de la conciencia que son experimentadas desde el punto de vista de la primera persona” (Smith, 2016). La teoría de Norberg-Schulz sobre el *genius loci* se fundamenta en este enfoque fenomenológico.

En el presente ensayo abordaré el subtema de este seminario sobre experiencia y arquitectura a través de las experiencias de arquitectura y lugar del propio Norberg-Schulz, a partir de su autobiografía. Me centraré en una selección de escenas de carácter autobiográfico de la película documental *Livet Finner Sted* [“La vida tiene lugar”], la cual hasta el momento no ha sido discutida por académicos, y tomo las vivencias personales de Norberg-Schulz como punto de entrada a la forma en que él teorizó la experiencia en su fenomenología de la

Described here, is the opening scene of the film *Livet finner sted* [Life takes Place] (1992), a TV documentary produced by the Norwegian National Broadcasting Corporation (NRK) celebrating the life and work of the Norwegian architectural theorist Christian Norberg-Schulz (1926-2000).¹ Widely read, celebrated and critiqued, Norberg-Schulz is considered to be one of the most influential architectural thinkers of the 1960s and 70s, partly due to his development of the phenomenology of Martin Heidegger into the field of architecture.² In his landmark treatise *Genius Loci: Towards a phenomenology of architecture* (1980), he argued how the architect had to take into account the *genius loci*, the spirit of the place, to create meaningful relationships between *being* and our built and natural environment.³ Within this phenomenological approach, experience stands superior to what Heidegger refers to as scientific abstractions, which does not allow for meaningful dwelling.⁴ Phenomenology, is defined by the Standford Encyclopedia of Philosophy as: ‘the study of structures of consciousness as experienced from the first-person point of view.’⁵ Norberg-Schulz’s theory of *genius loci* builds upon this phenomenological framework.

¹. *Livet finner sted*, directed by Sven-Erik Helgesen, TV Documentary, NRK, 1992. <https://tv.nrk.no/program/fkurn30002291/livet-finner-sted>

² Jorge Otero-Pailos, *Architecture's Historical Turn: phenomenology and the rise of the postmodern* (Minneapolis: Minnesota Press, 2010) 146. For more about Christian Norberg-Schulz’s work, see: Christian Norberg-Schulz, Gro Lauvland, Karl Otto Ellefsen, and Mari Hvattum, eds. *An Eye for place: Christian Norberg-Schulz: architect, historian and editor* (Akademisk publiserig, 2009).

Elie Haddad, “Christian Norberg-Schulz’s Phenomenological Project in Architecture” *Architectural Theory Review* 15, no. 1 (2010): 80-101.

David Seamon and Robert Mugerauer *Dwelling, Place, and Environment: Towards a Phenomenology of Person and World* (Malabar, Fla: Krieger, 2000).

Rowan Wilken, “The Critical Reception of Christian Norberg-Schulz’s Writings on Heidegger and Place.” *Architectural Theory Review* 18, no. 3 (December 2013): 340-55. <https://doi.org/10.1080/13264826.2013.875614>.

³. Christian Norberg-Schulz, *Genius Loci: towards a phenomenology of architecture* (London: Academy Editions, 1980).

arquitectura.¹ Así mismo, plantearé la pregunta sobre cómo la experiencia, en la vida y escritos de Norberg-Schultz, se relaciona con la noción de comodidad e incomodidad, antes de sugerir un replanteamiento de este autor a través de un marco teórico feminista que ofrece una visión alternativa de la experiencia y la autobiografía.

■ 03:28 - 03:49: EXPERIENCIA DE UNA

EXISTENCIA CON SENTIDO

Un bus viaja a través de un paisaje en ruinas. La destrucción de la guerra es captada en blanco y negro: cúmulos de escombros, casas de las que sólo quedan elementos estructurales. Luego: fotografías de una ciudad intacta, estructuras antiguas y edificios que subsisten. La voz en off de Anne Lie Nymoen narra (véase imagen 2):

En 1945, Norbeg-Schulz fue transportado en vehículos militares a través de una Alemania bombardeada. Se dirigía a Zúrich a estudiar arquitectura en compañía de otros 124 estudiantes. En Zúrich aún subsistía la antigua Europa. La ciudad no había sido destruida por la atroz guerra.²

In this paper, I tackle the conference sub-theme of experience and architecture by investigating Norberg-Schulz's own experiences of architecture and place from his autobiography. Centred around a selection of scenes with an autobiographical character from the film *Livet finner sted* (1992), which to date has remained undiscussed by scholars, I consider Norberg-Schulz's autobiographical experiences as an entry point into the way Norberg-Schulz theorised experience in his phenomenology of architecture.⁶ Furthermore, I will ask how experience in Norberg-Schulz life and writing relate to the notion of comfort and discomfort, before suggesting a re-framing of Norberg-Schulz through a feminist theoretical framework offering an alternative take on experience and autobiography.

■ 03:28 - 03:49: MEANINGFUL EXISTENCE

EXPERIENCED

A bus is travelling through a landscape in ruins. Destructions of war is captured in black and white: piles of rubble, houses where only structural elements remains. Next: photographs of a city intact, old structures and buildings still standing. A voice-over by Anne Lie Ny-moen reads: [Fig 2]

'In 1945 Norberg-Schulz was brought through a bombed-out Germany in military cars. With 124 other students, he was heading to Zürich to study architecture. In Zürich, old Europe still remained. The city had not been destroyed by the horrific war.'

¹. Este artículo ofrece mi propia traducción [al inglés] de la voz en off en noruego de los extractos seleccionados, sin embargo, mi presentación en la conferencia incluirá extractos de la película noruega con subtitulación, para dicha ocasión. N. T.: La traducción a español se realizó a partir de la versión en inglés de la autora.

². N. T.: En adelante, la autora incluye todos los textos, en noruego, de los extractos de obras consultadas y de la voz en off del documental: "I 1945 ble Norberg-Schulz og 124 andre studenter frak-tet med militære biler gjennom det sønderskutte Tyskland. Han var på vei til Zürich for å studere arkitektur. I Zürich fantes fortsatt det gamle Eu-ropa. Byene var ikke ødelagt av krigens redsler" (Helgesen, *Livet finner sted*, 1992, 03:28 - 03:49).

⁴. Martin Heidegger, "Bauen Wohnen Denken," in *Vorträge und Aufsätze*, Edited by F.W. von Herrmann Vol 7 *Gesamtausgabe*, Edited by Vittorio Klosterman (Frankfurt am Main: bLoch Verlag, 2000) 147- 164.

⁵. David Woodruff Smith, "Phenomenology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/phenomenology/>

⁶. This article offers my own translation of the original Norwegian voice-over of three selected excerpts, whereas my conference presentation will include excerpts of the Norwegian film subtitled for the occasion.



2.

Norberg-Schulz habría de cumplir diecinueve años cuando la Segunda Guerra Mundial llegó a su fin, y con esto los cinco años de ocupación de Noruega por la Alemania Nazi. Se necesitaban arquitectos para reconstruir el país y Norberg-Schulz ingresó a un programa que ofrecía educación arquitectónica en el extranjero. En septiembre de 1945 viajó con otros 124 estudiantes a través de una Europa en ruinas, donde la Alemania bombardeada marcaba un violento contraste con los pacíficos pueblos y ciudades de Suiza.³

Norberg-Schulz también mencionó este viaje en una conferencia que dictó en la Escuela de Arquitectura y Diseño de Oslo, en 1999. Su experiencia en

Norberg-Schulz was turning 19 years old when World War II ended, and with it, the five-year-long occupation of Norway by Nazi-Germany. Architects were needed to rebuild the country and Norberg-Schulz became part of a programme providing architectural education abroad. In September 1945 he travelled with 124 other students through a Europe in ruins, where bombed-out Germany stood in stark contrast to the peaceful Swiss towns and villages.⁸

³ El viaje de Norberg-Schulz a Zúrich en 1945 ha sido también tratado por Carlsen (1995, pp. 118-123) y Ellefsen (2009, 116-153).

⁷. 'I 1945 ble Norberg-Schulz og 124 andre studenter fraktet med militære biler gjennom det sørdeleskutte Tyskland. Han var på vei til Zürich for å studere arkitektur. I Zürich fantes fortsatt det gamle Europa. Byene var ikke ødelagt av krigens redsler.' My translation, *Life takes place*, Helgesen, 1992. 03:28 - 03:49.

⁸. Norberg-Schulz's journey to Zürich in 1945 is also discussed in Carlsen and Ellefsen.

Figura 2. Europa 1945. Foto fija de *Livet Finner Sted* (1992), NRK.

Figure 2. Europe 1945. Still from *Livet finner sted* (1992), NRK.

Alemania causó en él “una impresión terrorífica”.⁴ Después de tener que desvestirse, recibió un fogonazo de pesticida DDT antes de dirigirse a la catedral de Basilea, donde escuchó qué tocaban música. “Extraordinaria”, comentaría en la conferencia.

En dicha conferencia, Norberg-Schulz no es explícito sobre cómo se relaciona su experiencia con su teoría de *genius loci*, pero mi interpretación es la siguiente: en su libro *Genius Loci* (1980) expone la importancia de una existencia con sentido. Escribe: “Una de las necesidades básicas del hombre es experimentar su situación de vida como significativa, y el propósito de la obra de arte es mantener y transmitir sentido” (p. 5). Después de la caótica experiencia de una Alemania arrasada, el joven estudiante halló estructuras significativas que aún se erguían en Suiza. Experimentar dicho contraste le hizo consciente de la importancia que tiene el entorno construido en la creación de una existencia con sentido, lo cual, de nuevo, figura como tema central de su teoría del *genius loci*. Por lo tanto, interpreto el relato autobiográfico de su travesía por Alemania y Suiza en 1945 como ilustrativo, y directamente relacionado con su teoría de *genius loci* y con el papel de la arquitectura en la percepción de una existencia con sentido.

■ 00:00 – 00:30: IDE REPENTE, Y CON SIGNO DE EXCLAMACIÓN

Un hombre de avanzada edad se halla de pie frente a una ventana de un tren que se mueve rápidamente a través de un paisaje forestal. Una voz en off evoca un momento de muchos años atrás (véase imagen 1):

Norberg-Schulz also discussed the journey depicted in a lecture he delivered at the Oslo School of Architecture and Design in 1999. The experience from Germany made ‘a horrific impression’⁹ on him. After being undressed, he received a shot of the pesticide DDT, before he walked up to the Basel Cathedral where he could hear music playing. ‘Remarkable,’¹⁰ he said in his lecture.

In the lecture Norberg-Schulz is not explicit about how his experience relates to his theory of *genius loci*, but my reading is as follows: In his book *Genius Loci* (1980) Norberg-Schulz discusses the importance of meaningful existence. He writes: ‘It is one of the basic needs of man to experience his life-situation as meaningful, and the purpose of the work of art is to keep and transmit meanings.’¹¹ Coming from the chaotic experience of a bombed-out Germany, the structures still standing in Switzerland felt meaningful to the young student. Experiencing the contrast made him aware of the importance of the built environment in creating meaningful existence, which again stands as a central theme in his authorship and theory of *genius loci*. As such, I read Norberg-Schulz’s autobiographical

Karl Otto Ellefsen, “Works and Environments: Christian Norberg-Schulz as communicator and participant in the development of Norwegian architecture in the 1950s, the 1960s and the 1970s,” in *An Eye for Place* (2009). Edited by Karl Otto Ellefsen, Mari Hvattum, Gro Laaland, 116 – 153 (Oslo: Akademisk Publisering, 2009).

Jan Carlsen, “Christian Norberg-Schulz bader i fontenene på St.Olavs plass” 118 – 123 (Oslo: Norsk Arkitekturmuseum, 1995)

^{9.} ‘Det gjorde et forferdelig inntrykk.’ My translation of Christian Norberg-Schulz, “Faglig Forfatterskap fra Forelesning på Skrivekurset AHO” 14.09.99. Box 1: Diverse, The Christian Norberg-Schulz Archive, The Architectural Collections, The National Museum of Art Architecture and Design, Oslo.

^{10.} ‘Storartet’. My translation of Christian Norberg-Schulz, “Faglig Forfatterskap fra Forelesning på Skrivekurset AHO” 14.09.99. Box 1: Diverse, The Christian Norberg-Schulz Archive, The Architectural Collections, The National Museum of Art Architecture and Design, Oslo.

^{11.} Norberg-Schulz, *Genius Loci*, 5.

^{4.} “Det gjorde et forferdelig inntrykk” (Norberg-Schulz, sept. 1999; véase material de archivo).

^{5.} “Storartet” (Norberg-Schulz, 1999; véase material de archivo).

*Cuando miro hacia atrás, el sentido de lugar me sobrevino hace muchos años. Fue temprano en la mañana en el pasillo de un tren con destino a Oslo, tras haber vivido un año en Italia. El bosque de Østfold pasaba volando; con sus abetos, brezos y musgo. De repente, me invadió una fuerte sensación: ¡Esto lo conozco! ¡Esto es parte de mí!*⁶

Lo expuesto anteriormente sugiere que Norberg-Schulz usó sus propias experiencias para describir y plantear la forma de entender la arquitectura como cargada de sentido. La escena inicial de *La vida tiene lugar* (1992) en la que se muestra al teórico frente a la ventana de un tren podría ser interpretada de la misma manera: al regresar a su país natal, Norberg-Schulz percibió los abetos y musgos como significativos. Pero también creo que la secuencia nos puede decir más acerca de la forma en que entiende la noción de experiencia: más específicamente, *cómo* dicho significado llegó a él.

En su voz en off en la película, utiliza la expresión “de repente”. La percepción de que el *genius loci* era algo que ya conocía, que era parte de él, no sobrevino a través del razonamiento. Por lo contrario, sucedió súbitamente... ¡con signo de exclamación!

Y esta comprensión inmediata de un conocimiento en proceso de formación reincide en sus escritos y relatos autobiográficos. Un relato autobiográfico similar sobre el momento y lugar específicos en que su estudio del *genius loci* (supuestamente) comenzó a tomar forma, sucedió mientras tomaba un Campari en la Piazza Navona, en Roma. Al describir el suceso en retrospectiva, Norberg-Schultz escribe: “Así empezó mi estudio sobre el *genius loci*. Brotó de una inspiración repentina y no como resultado de una línea de pensamiento lógico” (1999, p. 102). Por lo tanto, el *genius loci* como sentido, debe ser percibido de manera inmediata y no puede llegar a él a través del razonamiento.

⁶ “Når jeg tenker tilbake så gikk stedets betydning opp for meg en tidlig morgen da jeg stod i togkorridoren på vei mot Oslo, etter å ha tilbragt et helt år i Italia. Skogene i Østfold før forbi, med ganske alminnelig grantrær, og skogbunn med lyng og mose. Plutselig følte jeg på hele kroppen : Dette kjenner jeg, dette er en del av meg selv”. (Helgesen, *Livet finner sted*, 1992, 00.00 – 00.30).

account of his journey through Germany and Switzerland in 1945 as illustrative and directly related to his theory of *genius loci* and architecture's role when meaningful existence is experienced.

■ 00:00 – 00:30: SUDDENLY AND WITH AN EXCLAMATION POINT!

An ageing man is standing at the window of a train, moving quickly through a forested landscape. A voice-over recalls a moment many years prior: [Fig 1]

When I think back, the meaning of place occurred to me many years ago. It was an early morning in the corridor of a train, heading towards Oslo after a year spent in Italy. The forest of Østfold flew by; with its spruce trees, heather and moss. Suddenly, a strong feeling came over me: This I know! This is part of me!¹²

My discussion above suggests Norberg-Schulz used his own experiences to describe and discuss the way architecture could be understood as meaningful. The opening scene of *Livet finner sted* (1992), depicting the theorist at the window of a train, could be read in the same manner: upon return to his native country, Norberg-Shulz experienced the spruce trees and moss of Østfold as meaningful. But I also believe that the sequence can tell us more about Norberg-Schulz's understanding of experience: more specifically *how* this meaning came to him.

In his voice-over from the film, he uses the word *suddenly*. The realisation that the *genius loci* was something he knew, that it was *part of him*, did not come as a reasoning. Instead, it happened suddenly, with an exclamation point!

And this immediate understanding of knowledge being formed reoccurs throughout his authorship

¹² ‘Når jeg tenker tilbake så gikk stedets betydning opp for meg en tidlig morgen da jeg stod i togkorridoren på vei mot Oslo, etter å ha tilbragt et helt år i Italia. Skogene i Østfold før forbi, med ganske alminnelig grantrær, og skogbunn med lyng og mose. Plutselig følte jeg på hele kroppen : Dette kjenner jeg, dette er en del av meg selv.’ My translation, *Livet finner sted*. Helgesen, 1992. 00.00 – 00.30.

Este entendimiento específico de cómo se forma el conocimiento yace en los fundamentos de la fenomenología. Como fenomenólogo, Norberg-Schulz entendía que el conocimiento no tomaba forma como algo nuevo (ej., razonamiento lógico). Por lo contrario, los fenomenólogos coinciden en que las conexiones revelan aquello que ya está ahí; algo original que debe convertirse en experiencia.⁷ En su artículo titulado *Vann* ["Agua"], el teórico relaciona dicho pensamiento con el de Heidegger:

Fenomenología significa, ante todo, revelar las conexiones que se hallan ocultas en nuestro lenguaje. Al explicar todas las cosas que existen en el mundo, la fenomenología es punto de partida para toda ciencia. Heidegger afirma que "la ciencia no abre el mundo, explora aquello que ya está abierto". En otras palabras, debemos entender el agua fenomenológicamente antes de poder definirla como H₂O. (Norberg-Schulz, 1997, p. 28)⁸

Con esto, Norberg-Schulz sugiere, siguiendo a Heidegger, que el agua no es algo que pueda ser entendido por medio de una línea lógica de pensamiento. El agua debe ser experimentada de tal manera que las conexiones ocultas puedan ser reveladas.

■ 10:38 – 11:19: LO QUE SABEMOS DESDE LA INFANCIA

La película vuelve al tren, encuadrando a un Norberg-Schulz que, sentado, mira por la ventana. En seguida pasa a una secuencia en la que el teórico está

and autobiographical accounts. A similar autobiographical account about the specific time and place where his study of *genius loci* (allegedly) started, happened while drinking Campari at Piazza Navona in Rome. When describing the event in hindsight, Norberg-Schulz writes: 'So started my study of the *genius loci*. Because of sudden inspiration, and not at all a logical line of thought.'¹³ As such, *genius loci* as meaningful must be experienced immediately, and cannot be arrived at through reasoning.

This specific understanding of how knowledge is formed, lies at the foundation of phenomenology. As a phenomenologist, Norberg-Schulz understood knowledge to be formed not as something new, e.g. logical reasoning. Instead, phenomenologists alike believe that connections reveal that which is already there, something original that must be experienced.¹⁴ In the article titled "Vann" ["Water"], Norberg-Schulz relates this thinking to that of Heidegger:

'Phenomenology means, first and foremost, to reveal the connections which are hidden in our language. By explaining all things being in the world, phenomenology is the starting point for all science. As Heidegger argues how "science does not open the world, it explores that which is already opened." We must, in other words, understand water phenomenologically before we can define it as H₂O.'¹⁵

^{7.} Relaciono las experiencias repentinas de Norberg-Schulz con los escritos de Martin Heidegger sobre el lenguaje. Véase Heidegger (1997); Beyer y Weichold (2001, pp. 406-416).

^{8.} "Fenomenologi betyr derfor fremfor alt, å avdekke de sammenhenger som skjuler seg i språket. Ved at fenomenologiske forklarer alle tingene væren i verden, er den utgangspunktet for enhver vitenskap. For, som Heidegger sier, 'vitenskap åpner ingen verden, men undersøker det som allerede er åpnet'. Vi må med andre ord forstå vannet fenomenologisk før vi kan definere det som H₂O".

^{13.} Christian Norberg-Schulz "Genius Loci: et opprinnelsens begrep", in *På klassisk grunn: Det norske institutt gjennom 40 år*. Ed. K.B. Aavitsland and R.T. Eriksen, 100-109 (Oslo: Andresen og Butenschøn, 1999) 102.

^{14.} I link Norberg-Schulz's immediate experiences to Martin Heidegger's writing on language. See: Martin Heidegger, *Unterwegs zur Sprache / Martin Heidegger 11. Aufl.* (Stuttgart: Neske, 1997). Christian Beyer and Martin Weichold. "Philosophy of Language," in *The Routledge Companion to Phenomenology*, edited by Sebastian Luft and Søren Overgaard, 406-16 (Oxon: Routledge, 2010).

^{15.} 'Fenomenologi betyr derfor fremfor alt, å avdekke de sammenhenger som skjuler seg i språket. Ved at fenomenologiske forklarer alle tingene væren i verden,

esquiando, acompañado de la siguiente voz en off (véase imagen 3):

La experiencia en el tren me enseñó que lo que sabemos es aquello que nos es familiar desde la infancia. Los noruegos son los densos bosques y su blando musgo. Por eso la arquitectura tradicional discrepa, aunque su función siga siendo la misma. Habitar significa respetar los entornos. No se puede vivir en Noruega sin ser amigo de la nieve, sin sentir el placer de esquiar o disfrutar del crujir de la nieve bajo los pies. O, ¿qué haría un árabe si odiara la arena del desierto?

With this, Norberg-Schulz, following Heidegger, suggests that water is not something that could be understood as a logical line of thought. Water must be experienced, so that hidden connections can be revealed.

■ **10:38 – 11:19: WHAT WE KNOW FROM CHILDHOOD**

The film returns to the train, framing a seated Norberg-Schulz looking out the window. Following this, is footage of the theorist skiing, accompanied by the following voice-over: [Fig 3]

The experience from the train taught me that what we know, is what we have been familiar with since childhood. Norwegians are the dense woods and the soft moss in the forest. This is why traditional architecture differs, even if the function remains the same. To dwell means to respect the surroundings. One cannot live in Norway without being friends with the snow, without enjoying skiing, or embracing the sound of snow squeaking under one's feet. Or what would an Arab do, if he hated the sand of the desert?“¹⁶

3.



Figura 3. Christian Norberg-Schulz esquiando. Foto fija de *La vida tiene lugar* (1992), NRK..

Figure 3. Christian Norberg-Schulz skiing. Still from *Livet finner sted* (1992), NRK.

Retomando los comentarios sobre los dos videoclips anteriores, sostengo que, en primer lugar, revelan el énfasis que Norberg-Schulz hace en la experiencia de una existencia con sentido, y en segundo lugar, que dicho sentido toma forma súbita y repentinamente. La tercera secuencia añade otro elemento a la visión de Norberg-Schultz sobre la experiencia: la forma en que se relacionan las experiencias actuales con las de nuestro pasado. Lo que sabemos es aquello que ya nos es familiar desde la infancia, afirma Norberg-Schulz en voz en off.

Norberg-Schulz trae a colación un ejemplo de su Noruega natal. La escena lo muestra esquiando mientras su voz en off afirma: "No se puede vivir en Noruega sin ser amigo de la nieve, sin sentir el placer de esquiar o disfrutar del crujir de la nieve bajo los pies".¹⁰ Esto es tratado de manera similar en *Genius*

Pace the previous discussion of the other two clips, I argue that they firstly reveal Norberg-Schulz's emphasis on meaningful existence experienced, and secondly, that this meaning is formed suddenly and immediately. The third sequence adds another element into Norberg-Schulz's take on experience: how current experiences relate to experiences from our past. What we know, is what we have been familiar with from childhood, Norberg-Schulz argues in the voice-over.

Norberg-Schulz brings up an example from his native Norway. In the scene the theorist is depicted skiing, while he argues with his voice-over: 'One cannot live in Norway without being friends with the snow, without enjoying skiing, or liking the sound of snow squeaking under one's feet.'¹⁷ Similarly addressed in *Genius Loci* (1980) where he writes: 'Nordic man has to be friend with fog, ice and cold

^{9.} "Opplevelsen på toget lærte meg at det vi er, er det vi er blitt kjent med fra barnsbena. Vi Nordmenn er den tette skogen og den myke skogbunnen. Derfor skifter alltid folkearkitekturen uttrykk, selv om funksjonen er den samme. For det å bo betyr å respektere omgivelsene. En kan ikke bo i Norge uten å være venner med sneen. Uten å like å gå på ski, eller like lyden av snøen som knirket under føttene. Eller hva skulle en arab gjøre hvis han hatet ørkensanden?" (Helgesen, *Livet finner sted*, 1992. 10:38 – 11:19).

^{10.} "Opplevelsen på toget lærte meg at det vi er, er det vi er blitt kjent med fra barnsbena. Vi Nordmenn er den tette skogen og den myke skogbunnen. Derfor skifter alltid folkearkitekturen uttrykk, selvom fuksjonen er den samme. For det å bo betyr å respektere omgivelsene. En kan ikke bo i Norge uten å være venner med sneen. Uten å like å gå på ski, eller like lyden av snøen som knirket under føttene" (Helgesen, *Livet finner sted*, 1992. 10:38 – 11:19).

er den utgangspunkt for enhver vitenskap. For, som Heidegger sier, "vitenskap åpner ingen verden, men undersøker det som allerede er åpnet". Vi må med andre ord forstå vannet fenomenologisk før vi kan definere det som H₂O.' My translation of Christian Norberg-Schulz, "Vann," in *Øye Og Hånd: essays og artikler*, edited by Gordon Hølmebak, 27–32 (Oslo: Gyldendal, 1997) 28.

^{16.} 'Opplevelsen på toget lærte meg at det vi er, er det vi er blitt kjent med fra barnsbena. Vi Nordmenn er den tette skogen og den myke skogbunnen. Derfor skifter alltid folkearkitekturen uttrykk, selv om funksjonen er den samme. For det å bo betyr å respektere omgivelsene. En kan ikke bo i Norge uten å være venner med sneen. Uten å like å gå på ski, eller like lyden av snøen som knirket under føttene. Eller hva skulle en arab gjøre hvis han hatet ørkensanden?' My translation of *Livet finner sted*, Helgesen, 1992. 10:38 – 11:19.

^{17.} 'Opplevelsen på toget lærte meg at det vi er, er det vi er blitt kjent med fra barnsbena. Vi Nordmenn er den tette skogen og den myke skogbunnen. Derfor skifter alltid folkearkitekturen uttrykk, selvom fuksjonen er den samme. For det å bo betyr å respektere omgivelsene. En kan ikke bo i Norge uten å være venner med sneen. Uten å like å gå på ski, eller like lyden av snøen som knirket under føttene.' My translation, *Livet finner sted*, Helgesen, 1992. 10:38 – 11:19.

Loci (1980), donde escribe: “El hombre nórdico debe ser amigo de la niebla, el hielo y de los vientos fríos; debe disfrutar del crujido de la nieve bajo sus pies al dar un paseo, debe experimentar el valor poético de hallarse inmerso en la niebla” (p. 21). Tanto en la película como en su libro, Norberg-Schulz relaciona sus experiencias actuales del clima noruego con las que ya conocía desde su infancia.

Pero, ¿dónde deja esto a toda aquella gente que vive en Noruega y a quien no le gusta esquiar y la nieve le resulta incómoda, mojada y fría?

Esta inquietud concuerda con la de varios de sus críticos más acérrimos, quienes sostienen que el teórico crea un vínculo demasiado estrecho entre identidad y lugar (Wilken, 2013). Hilde Heynen (1994) se pregunta si la influencia que tiene en la cultura arquitectónica la retórica de “sangre y suelo” [blut und boden] de Heidegger —incluyendo el uso que hace Norberg-Schulz de la obra de éste— también debería ser cuestionada (pp. 42-49). Heynen critica ciertos aspectos de la teoría de Norberg-Schulz, en particular el concepto de *genius loci*, el cual enfatiza el arraigo por encima de la movilidad:

Norberg-Schulz interpreta a Heidegger de una manera bastante simplista e instrumental, en donde el espíritu del lugar y la relación orgánica entre hombre y casa adquiere un carácter mítico. El arraigo y la autenticidad se presentan como superiores a la movilidad y a la experiencia de desarraigo. Es más, parece no darse cuenta en absoluto de la violencia implícita que existe en este tipo de conceptos. No es coincidencia que estas palabras formen parte del vocabulario básico de la ideología nazi. (Heynen, 1999, pp. 22-23)

Lo que Heynen argumenta aquí —que Norberg-Schulz promueve el arraigo en lugar del desarraigo— se hace evidente en los videoclips de la película. Su experiencia de septiembre de 1945

winds; he has to enjoy the creaking sound of snow under the feet when he walks around, he has to experience the poetic value of being immersed in fog.’ Both in the film and in the book, Norberg-Schulz relates his current experiences of Norwegian weather known to him from his upbringing.

But where does that leave all those people who live in Norway, who do not like skiing and find snow uncomfortable, wet and cold?

This concern runs on accord with several of Norberg-Schulz’s most eager critics, who argue that Norberg-Schulz creates a too close bond between identity and place.¹⁹ Hilde Heynen for one asks if Heidegger’s *blut und boden*-rhetoric influence on architectural culture, including Norberg-Schulz’s use of the philosopher’s work, also should be questioned.²⁰ She is critical of certain aspects of Norberg-Schulz’s theory, particularly the aspect of *genius loci*, which emphasizes rootedness over mobility:

‘Norberg-Schulz interprets Heidegger in a fairly simplistic and instrumental way, by which the Spirit of the place and the organic relationship between man and house takes on a mythical character. Rootedness and authenticity are presented as being superior to mobility and the experience of rootlessness. What is more, he seems to be completely unaware of the violence that is implicit in concepts like this. It is no coincidence these words are part of the basic vocabulary of Nazi-ideology.’²¹

What Heynen argues here - that Norberg-Schulz promotes rootedness rather than rootless - is evident in excerpts from the film. His experience from September 1945 ranks the traditional structures above the fragmented experience of war. His experience on the train reminds him that

^{18.} Norberg-Schulz, *Genius Loci*, 21.

^{19.} See Wilken “The Critical Reception of Christian Norberg-Schulz’s Writings on Heidegger and Place”.

^{20.} Hilde Heynen, “Worthy of Question: Heidegger’s Role in Architectural Theory”, *Archis*, 12, Dec 1993, 42-49.

^{21.} Hilde Heynen, *Architecture and Modernity: A critique* (Cambridge Mass: MIT press, 1999) 22 - 23.

clasifica las estructuras tradicionales por encima de la fragmentada experiencia de la guerra. Su experiencia en el tren le recuerda que el espíritu del lugar en Noruega forma parte de su ser. Lo que sabía desde la infancia dio forma a lo que, más tarde, habría de considerar significativo: la nieve y el esquí. Pero, al recurrir a sus propias experiencias, Norberg-Schulz generaliza la experiencia para todos. Descarta el hecho de que otros puedan tener otras experiencias posbéticas de la fragmentación, la nieve, el musgo o el esquí, que quizás consideren que la niebla y la nieve causan molestia.

■ ARQUITECTURA DEL MALESTAR

De estas tres secuencias, tomadas de *La vida tiene lugar* (*Livet Finner Sted*, 1992), podemos concluir que la experiencia tiene dos significados en la obra de Norberg-Schulz, los cuales trataré a continuación a la luz del tema del confort, planteado por el seminario. Definido en términos de "bienestar o comodidad material", el confort se relaciona con experiencias del entorno y del bienestar, preocupaciones centrales del arquitecto. Siendo Norberg-Schulz ampliamente conocido por su fenomenología de la arquitectura, en la que la experiencia de primera mano es clave, me gustaría preguntar cómo sus experiencias y escritos sobre este tema se relacionan con la noción de confort.

Si la primera forma en que Norberg-Schulz plantea y representa la experiencia de una existencia con sentido es con relación a cómo dicha experiencia se forma de manera súbita e intempestiva, ciertamente algunos eventos de su autobiografía, como beber un Campari en la Piazza Navona, podrían ser descritos como placenteros. Sin embargo, a mi modo de ver, la mayoría de las anécdotas contienen un elemento de malestar. Por ejemplo, un viaje en tren de Italia a Noruega tomaría días, causando tensión y agotamiento. Viajar a través de Alemania en septiembre de 1945 en un vehículo militar sería difícil, tanto emocional como físicamente. Las sensaciones de placer y de comodidad física no parecen haber sido de gran importancia para Norberg-Schulz cuando escribió sobre las experiencias de una existencia con sentido. La experiencia de existir puede ser incómoda sin que pierda su sentido. Para Norberg-Schulz, si se experimenta sentido, no importa el confort.

the spirit of the place in Norway was part of him. What he knew from childhood shaped what he, later on, would find meaningful: snow and skiing. But by drawing upon his own experiences, Norberg-Schulz generalises experience for all. He discards the fact that others might have other experiences of post-war fragmentation, snow, moss or skiing, and perhaps find fog and snow to cause discomfort.

■ ARCHITECTURE OF DISCOMFORT

From these three sequences, taken from *Livet finner sted* (1992), we can summarize that experience take on two meanings in the work of Norberg-Schulz, which I now, in conclusion, will discuss in light of the conference theme of comfort. Defined in terms of 'material comfort or wellness' comfort relate to experiences of the surroundings and wellbeing, which are central concerns for the architect. Widely known for his phenomenology of architecture, where first-hand experience is key, I wish to ask how Norberg-Schulz's experiences and writings on the topic relate to the notion of comfort.

If the first way Norberg-Schulz discussed and depicted experience of meaningful existence in relation to how this experience is formed: suddenly and immediately. Certainly events from Norberg-Schulz's autobiography such as drinking Campari at Piazza Navona, could be described as pleasant, however, to me, most of the anecdotes contain a rather uncomfortable element. For example, a train journey between Italy and Norway would take days, causing strain and exhaustion. Travelling through Germany September 1945 in a military car would be difficult both emotionally and physically. Feelings of pleasure and physical comfort did not seem to be of high importance to Norberg-Schulz when he wrote about experiences of meaningful existence. Experience of existence could be uncomfortable, without losing its meaning. If meaning is experienced, comfort does not matter to Norberg-Schulz.

En segundo lugar, Norberg-Schulz aborda la experiencia de una manera ideológicamente incómoda. Su teoría parece ser más exclusiva que inclusiva para los seres humanos de la actualidad. La mayoría discrepanos, de una forma u otra, con la noción de existencia con sentido planteada por Norberg-Schulz. Puede que luchemos por hallarle sentido a nuestra existencia. No encajar es incómodo. No gustar de la nieve bajo nuestros pies no es placentero. Ésta es incómoda hasta para un noruego. **En cuanto a la crítica de Heynen sobre la ideología nazi y el arraigo, ésta no se relaciona con la noción de confort; los horrores de la guerra, la muerte y el genocidio subsisten como un horrible ejemplo.**

Sugiero un replanteamiento del enfoque de Norberg-Schultz de lugar, sentido y experiencia desde una perspectiva feminista, más específicamente desde los enfoques feministas sobre la autobiografía. En su introducción a su libro *Feminism and Autobiography: Texts, Theories and Methods* [“Feminismo y autobiografía: textos, teorías y métodos”], Tess Cosslett, Celia Lury y Penny Summerfield (2000) subrayan que “estudios sobre la diferencia abundan en todas las áreas de la investigación feminista sobre autobiografía” (p. 3). Las autoras destacan cómo la teoría feminista se desarrolló a partir de la comprobación de que las narraciones tradicionales carecían de voces y experiencias femeninas. Al permitir que dichas voces fueran escuchadas, el feminismo ha logrado cuestionar posturas universalistas, destacando cómo el conocimiento suele producirse desde “una perspectiva, centrada en el hombre, blanco y privilegiado, que pretende ser universal y objetiva” (p. 2). En cambio, Norberg-Schulz parece sugerir que sus experiencias son aplicables a todas las personas. La idea de que diferentes personas tienen diferentes experiencias es una de las piedras angulares del pensamiento feminista: un enfoque que creo que permitiría menos malestar en la experiencia.



Secondly, Norberg-Schulz refers to experience, in an ideologically uncomfortable way. His theory appears more exclusive than inclusive for contemporary human beings. Most of us would, in one way or the other, diverge from Norberg-Schulz's notion of meaningful existence. We might struggle to find existence meaningful. Not fitting in is uncomfortable. Not liking the snow under one's feet, is not pleasant. It causes discomfort even for a native Norwegian. Following on from Heynen's concern about Nazi-ideology and rootedness is not an ideology related to the notion of comfort, of which the horrors of war, death and genocide stands as a horrific example.

I suggest re-framing Norberg-Schulz's attention to place, meaning and experience through a feminist perspective, more specifically feminist approaches to autobiography. ‘Consideration of difference now pervade all areas of feminist autobiographical investigation,’²² Tess Cosslett, Celia Lury and Penny Summerfield argue in their introduction to *Feminism and Autobiography: texts, theories and methods* (2000). They highlight how feminist theory developed from the realization that the mainstream narratives lacked female voices and experiences. Allowing these unheard voices to be heard, feminism has in terms been able to question universalist assumptions and highlight how knowledge often has ‘been produced from a privileged white male-centered perspective that has pretended to universality and objectivity.’²³ Whereas Norberg-Schulz appear to suggest that his experiences go for all people, the idea that different people have different experience is one of the cornerstones of feminist thinking: a framework which I believe would allow for less discomfort in experience.



^{22.} Tess Cosslett, Celia Lury and Penny Summerfield, *Feminism and Autobiography: texts, theories and methods* Cosslett (London: Routledge, 2000) 3.

^{23.} Cosslett, Lury and Summerfield, *Feminism and Autobiography*, 2.

■ REFERENCIAS

- Beyer, C., y Weichold, M. (2010). Philosophy of Language. En S. Luft y S. Ovegaard (Eds.), *The Routledge Companion to Phenomenology* (pp. 406–16). Oxon: Routledge.
- Carlsen, J. (1995). Christian Norberg-Schulz bader i fontenen på St.Olavs plass. En *Norsk Arkitekturmuseum Årbok 1995*, 118–123. Oslo: Norsk arkitekturmuseum.
- Cosslett, T., Lury, C. y Summerfield, P. (Eds.). (2000). *Feminism and Autobiography: Texts, Theories, Methods*. London: Routledge.
- Ellefsen, K. O. (2009). Works and Environments: Christian Norberg-Schulz as Communicator and Participant in the Development of Norwegian Architecture in the 1950s, the 1960s and the 1970s. En M. Hvattum, G. Lauvland, y K. O. Ellefsen (Eds.), *An Eye for Place: Christian Norberg-Schulz: Architect, Historian and Editor* (pp. 116–153). Oslo: Akademisk publisering.
- Haddad, E. (2010). Christian Norberg-Schulz's Phenomenological Project in Architecture. *Architectural Theory Review* 15(1): 80–101.
- Heidegger, M. (1997). *Unterwegs zur Sprache [De camino al habla]* / Martin Heidegger 11. Aufl. Stuttgart: Neske.
- Heidegger, M. (2000). *Bauen Wohen Denken* ["Construir, habitar, pensar"]. En F.W. von Herrmann (Ed.), *Vorträge und Aufsätze* ["Conferencias y ensayos"] Vol. 7, V. Klosterman (Ed.), *Gesamtausgabe* ["Obras completas"] (pp. 147–164). Frankfurt am Main: Bloch Verlag.
- Helgesen, S. E. (1992). *Livet finner sted* ["La vida tiene lugar"]. Documental de Televisión. Noruega: NRK. Recuperado de <https://tv.nrk.no/program/fkur30002291/livet-finner-sted>
- BIBLIOGRAPHY
- Beyer, Christian, and Martin Weichold. "Philosophy of Language." In *The Routledge Companion to Phenomenology*, edited by Sebastian Luft and Søren Overgaard, 406–16. Oxon: Routledge, 2010.
- Carlsen, Jan. "Christian Norberg-Schulz bader i fontenen på St.Olavs plass." In *Norsk Arkitekturmuseum Årbok 1995*, 118–23. Oslo: Norsk arkitekturmuseum, 1995.
- Cosslett, Tess, Celia Lury, and Penny Summerfield, eds. *Feminism and Autobiography: Texts, Theories, Methods*. London: Routledge, 2000.
- Ellefsen, Karl Otto. "Works and Environments: Christian Norberg-Schulz as Communicator and Participant in the Development of Norwegian Architecture in the 1950s, the 1960s and the 1970s." In *An Eye for Place: Christian Norberg-Schulz: Architect, Historian and Editor*, edited by Mari Hvattum, Gro Lauvland, and Karl Otto Ellefsen, 116–53. Oslo: Akademisk publisering, 2009.
- Haddad, Elie. "Christian Norberg-Schulz's Phenomenological Project in Architecture." *Architectural Theory Review* 15, no. 1 (2010): 80–101.
- Heidegger, Martin. "Bauen Wohen Denken." In *Vorträge und Aufsätze*. Edited by F.W. von Herrmann Vol 7 *Gesamtausgabe* ed. by Vittorio Klosterman. Frankfurt am Main: bLoch Verlag, 2000. 147–164.
- . *Unterwegs zur Sprache / Martin Heidegger*. 11. Aufl. Stuttgart: Neske, 1997.
- Helgesen, Sven-Erik. *Livet finner sted*. TV Documentary. NRK, 1992. <https://tv.nrk.no/program/fkur30002291/livet-finner-sted>.

- Heynen, H. (1993, dic.). Worthy of Question: Heidegger's Role in Architectural Theory. *Archis*, 12: 42–49.
- Heynen, H. (1999). *Architecture and Modernity: A Critique / Hilde Heynen*. Cambridge, Mass.; London: MIT.
- Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. London: Academy Editions, 1980.
- Norberg-Schulz, C. (1997). Vann [“Agua”]. En G. Hølmebak (Ed.), *Øye Og Hånd: essays og artikler* (pp. 27–32). Oslo: Gyldendal.
- Norberg-Schulz, C. (1999). Genius Loci: et opprinnelsens begrep. En R. Eriksen y K. B. Aavitsland (Eds.). *På Klassisk Grunn: Det Norske Institutt I Roma Gjennom 40år* (pp. 100–109). Oslo: Andresen & Butenschøn Instituttet.
- Norberg-Schulz, C., Lauvland, G., Ellefsen, K. O. Y Hvattum, M. (2009) *An Eye for Place: Christian Norberg-Schulz: Architect, Historian and Editor*. Oslo: Akademisk publisering.
- Otero-Pailos, J. (2010). *Architecture's Historical Turn - Phenomenology and the Rise of the Postmodern*. Minneapolis; London: University of Minnesota Press.
- Seamon, D. y Mugerauer, R. (2000). *Dwelling, Place, and Environment: Towards a Phenomenology of Person and World*. Malabar, Fla: Krieger.
- Smith, D. W. (2016, ed. invierno). Phenomenology [“Fenomenología”]. En E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponible en: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/phenomenology/>
- Heynen, Hilde. “Worthy of Question: Heidegger's Role in Architectural Theory.” *Archis*, no. 12 (December 1993): 42–49.
- Heynen, Hilde. *Architecture and Modernity: A Critique / Hilde Heynen*. Cambridge, Mass.; London: MIT, 1999.
- Norberg-Schulz, Christian. *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. London: Academy Editions, 1980.
- . “Genius Loci: et opprinnelsens begrep.” In *På Klassisk Grunn: Det Norske Institutt I Roma Gjennom 40år*. Edited by Roy T. Eriksen and Kristin Bliksrud Aavitsland. 100 – 109. Oslo: Andresen & Butenschøn Instituttet, 1999.
- . “Vann.” In *Øye Og Hånd: essays og artikler*, edited by Gordon Hølmebak, 27–32. Oslo: Gyldendal, 1997.
- Norberg-Schulz, Christian, Gro Lauvland, Karl Otto Ellefsen, and Mari Hvattum. *An Eye for place: Christian Norberg-Schulz: architect, historian and editor*. Akademisk publisering, 2009.
- Otero-Pailos, Jorge. *Architecture's Historical Turn - Phenomenology and the Rise of the Postmodern*. Minneapolis; London: University of Minnesota Press, 2010.
- Seamon, David, and Robert Mugerauer. *Dwelling, Place, and Environment: Towards a Phenomenology of Person and World*. Malabar, Fla: Krieger, 2000.
- Smith, David Woodruff. “Phenomenology.” *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.) <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/phenomenology/>

Wilken, R. (2013, dic.). The Critical Reception of Christian Norberg-Schulz's Writings on Heidegger and Place. *Architectural Theory Review*, 18(3): 340–355. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/13264826.2013.875614>.

■ MATERIAL DE ARCHIVO

Norberg-Schulz, C. (1999, sept. 14) Faglig Forfatterskap. Box 1 Diverse. Oslo: The Christian Norberg-Schulz Archive, the Architectural Collections, the National Museum of Art, Architecture and Design.

Wilken, Rowan. "The Critical Reception of Christian Norberg-Schulz's Writings on Heidegger and Place." *Architectural Theory Review* 18, no. 3 (December 2013): 340–55. <https://doi.org/10.1080/13264826.2013.875614>.

■ ARCHIVAL MATERIAL

Norberg-Schulz, Christian. "Faglig Forfatterskap," September 14, 1999. 1 Diverse. The Christian Norberg-Schulz Archive, the Architectural Collections, the National Museum of Art, Architecture and Design, Oslo.

Anna Ulrikke Andersen es cineasta e historiadora de la Arquitectura, próxima a terminar su doctorado en Diseño Arquitectónico en Bartlett School of Architecture, UCL. Su tesis e investigación se encarga de estudiar la ventana en la vida y trabajo de Christian Norberg-Schulz a través de una metodología basada en la práctica y de la creación cineasta.

Es la fundadora del Bartlett Film+Place+Architecture Doctoral Network, y sus proyectos cinematográficos se han presentado en el festival Trondheim Academy of Fine Arts/NTNU, Arctic Moving Image and Film Festival, en el Essay Film Festival 2017 y en el Royal Academy of Arts. A sido curadora en varias ocasiones, incluyendo el Instituto de Arte contemporáneo de Londres y presento su proyecto de investigación en la Bienal de Arquitectura en Venecia en el 2014 y en la Universidad de Oxford.

En el año académico 2018/2019, estará en el departamento de estudios ambientales y visuales de la Universidad de Harvard desarrollando su próximo proyecto cinematográfico en el que estudiara las experiencias de la movilidad e inmovilidad en la arquitectura de rehabilitación.

» HACER LUGAR RE-CREANDO EL MUNDO

EXPERIENCIA POÉTICA Y METAMORFOSIS EN LA OBRA DE ARQUITECTURA

PLACE-MAKING AS « WORLD RE-CREATION

POETIC EXPERIENCE AND METAMORPHOSIS IN THE ARCHITECTURAL WORK

Las memorias de esta charla condensan, revisan y actualizan contenidos de publicaciones previas mías acerca de la noción de lugar en la fenomenología y cuestiones de método creativo en arquitectura (Rueda, 2009a, 2012, 2014, 2015, 2018). La idea de experiencia se encuentra en el centro de mi discurrir. Hago aquí énfasis en la importancia que tienen para el arquitecto: entender de una parte que la arquitectura tiene el potencial de crear los *lugares* que dan sentido y significado a la vida humana, y valorar también las posibilidades que ofrece la re-creación —o metamorfosis imaginativa— para el hacer arquitectónico. Infortunadamente, el proceso de composición o diseño conlleva usualmente a distanciarse de la experiencia de lugar. Esto ocurre en la manipulación de formas, volúmenes, diagramas de funciones, y lo afectan las herramientas de dibujo, digital en particular. Fácilmente terminamos confundiendo el medio (la composición en abstracto) con el fin, que es crear lugar.

Lugar y experiencia son conceptos indisociables. Se argumenta aquí que la experiencia de un lugar puede prepararnos para su re-creación imaginativa en un nuevo lugar a través de una metamorfosis o *síndesis* poética (Rueda, 2013). El registro de nuestra inmersión en el lugar, de su *experiencia*, en la memoria, a través de la narrativa (Havik, 2016) en el lenguaje natural nos ayuda a desvelar sus cualidades, identidad y estructura, y nos prepara para re-crear imaginativamente. Tengo el convencimiento, sobre lo cual argumento a continuación, de que la noción de *experiencia* es clave para un mejor entender nuestro oficio y un mejor habitar del mundo en términos éticos —de sostenibilidad— y poéticos. Esta noción intemporal y muy relevante para la arquitectura adolece, no obstante, por exceso, de un uso frívolo popularizado en nuestra nihilista sociedad de consumo; y por defecto, de una falta de entendimiento del

The memories of this talk condense, revise and update contents from some of my previous publications on subjects concerning the phenomenology of place, and questions of creative method, in architecture (Rueda, 2009a, 2013, 2014, 2015, 2018). The idea of experience is central to my discourse. I emphasize here on the importance for the architect, of understanding that architecture has the potential for creating the places that give meaning to human life, on the one hand, and on the other, appreciating as well the possibilities that the notion of re-creation—or imaginative metamorphosis— offers to architectural making. Unfortunately, the compositional or design process usually leads to a certain distancing from the experience of place. This happens in the handling of forms and volumes, functional diagrams, and is affected too by drawing tools, digital ones in particular. We easily end up confusing the mean (abstract composition) with the end, which is place-making.

Place and experience are inseparable concepts. Here I argue that the experience of a place may prepare us for its imaginative re-creation into a new place by means of a metamorphosis, or poetic *syndesis* (Rueda, 2013). Recording our immersion, our experience, in place in memory, through narrative (Havik, 2016) in natural language helps us to reveal its qualities, identity and structure, preparing us to imaginatively re-create. I am convinced, about which I subsequently argue, that the notion of experience is key to better understanding our métier, as for better inhabiting the world in ethical terms —of sustainability— y poetic ones too. This timeless and very relevant notion for architecture suffers nonetheless: by excess, from its frivolous use in our nihilistic consumerist society; and by defect, due to a lack of understanding of the concept (of

concepto mismo (experiencia), tildándolo a la postre de término vago, cargado de solipsismo.

Luego de siglos de aceptar y promover una racionalidad cartesianas y un positivismo científico, la ciencia cognitiva y la filosofía contemporáneas vuelven progresivamente a reconocer la indisoluble e imbricada relación entre mente, cuerpo y mundo, y la naturaleza encarnada de la cognición humana (MacFarquhar, 2018, pp. 62-73). De sus estudios sobre “Mente y Mundo” por ejemplo, el científico y filósofo Adam Clark concluyó que “si el pensar de una persona se encontraba íntimamente ligado a su entorno, destruirlo entonces era tan dañino y reprochable como atacar su cuerpo mismo (MacFarquhar, p. 65). De allí la importancia de re-orientar, tanto los lugares que habitamos, como los procesos creativos que conducen a estos, hacia un reconocimiento progresivo del valor que tiene —y el significado que brinda— la experiencia a la arquitectura. En un sentido similar al de Clark, desde la disciplina misma de la arquitectura, las reflexiones y valoración de la íntima y directa relación entre mente y cuerpo para el pensar y hacer arquitectónicos que hace Juhani Pallasmaa en *La mano que piensa* nos han de ser de capital importancia (Pallasmaa, 2012). La reciprocidad poética, entre el mundo y el ser, ese *Humanismo subversivo* (que no impositivo del hombre hacia el mundo) animado poéticamente, que Mary McAllister-Jones supo bien identificar como característica central de la filosofía de la ciencia y la poética de Gastón Bachelard, nos ayuda a marcar la prelación que tiene la experiencia cualitativa del mundo y de la vida, para un mejor habitar. Retomando a Bachelard, en particular su idea de imagen poética, que no es otra que el producto de una imaginación material, experiencial y encarnada, el mismo Pallasmaa (2011) puso en relevancia el papel de la imagen poética (experiencial y encarnada) en la arquitectura. Las reflexiones también sobre la imagen poética, el concepto de “sintonía” (*Attunement*) y de atmósferas musicales tan bellamente concebidas y sustentadas histórica y filosóficamente por Alberto Pérez-Gómez (1998, 2006, 2016), para mí un mentor incomparable, igualmente enmarcan, soportan y estimulan mis magros intentos teóricos en temas de fenomenología y arquitectura.

Intentaré esclarecer las ideas básicas de mi propuesta, con algunos ejemplos, y siguiendo en forma aproximada el orden conceptual del título de este escrito.

experience) itself, ultimately seen as diffuse and laden with solipsism.

After centuries of acceptance, and promotion, of Cartesian rationality and scientific positivism, contemporary cognitive science and philosophy progressively return to recognizing the indissociable and imbricated relationship between mind, body, and world, and the embodied nature of human cognition (MacFarquhar, 2018, pp. 62-73). For instance, from his studies on “Mind and World” the philosopher and scientist Adam Clark concluded that “If a person’s thought was intimately linked to her surroundings, the destroying a person’s surroundings could be as damaging and reprehensible as bodily attack” (MacFarquhar, p.65). From it we derive the importance of re-orienting, the places we inhabit, and the creative processes which generate them, towards the progressive recognition of the value —and the meaning— that experience brings to architecture. Similar to Clark’s, this time from the discipline of architecture itself, Juhani Pallasmaa’s reflections about, and relevance given to, the intimate and direct relationship between body and mind for thinking and making architecture in *The Thinking Hand*, acquire great importance (Pallasmaa, 2012). The poetic reciprocity between being and world, that *Subversive Humanism* (not an imposing one from man towards the world) which Mary McAllister-Jones so well identified as central to Gaston Bachelard’s philosophy of science and poetry, helps us to mark the primacy that a qualitative experience of the world holds for better dwelling. Retaking Bachelard, particularly his idea of poetic image, which is no other than the product of a kind of embodied and experiential material imagination, the same Pallasmaa (2011) gave relevance to the role of the poetic image (experiential and embodied) in architecture. Alberto Pérez-Gómez’s elaborations, as well on the poetic image, his notion of *attunement*, and of musical atmospheres, so beautifully conceived and supported historically and philosophically, frame, support and stimulate as well my few attempts on theorizing questions of phenomenology and architecture.

I will try to shed some light onto the basic ideas of my proposal, with some examples, and roughly following the conceptual order of the title of this text.

■ HACER LUGAR: MUNDO Y EXPERIENCIA

El arquitecto Rogelio Salmona¹ (Paris 1927-Bogotá 2007) nos dejó una pista sobre la relevancia que tienen el lugar y la re-creación en el hacer arquitectónico al proponer en términos sencillos pero profundos que “la arquitectura es una forma de ver el mundo y de transformarlo” (Salmona, 2000, p. 164). “Ver” puede entenderse como una metáfora de percibir, experimentar y entender un “mundo.” Mundo y lugar, tanto en poesía como en la tradición fenomenológica, son conceptos análogos e inseparables. Afirmó el gran poeta francés Paul Valéry, por ejemplo, que la palabra poesía contiene un doble significado, al ser de una parte una “experiencia”—sentido en el cual todos somos poetas—y de otra parte un “hacer o arte [...] una rara industria cuyo propósito es re-crear [...]. ¿Qué re-crea la poesía? Esa emoción o experiencia sentida o vivida, fruto de su primer significado. La experiencia poética no es sin embargo una experiencia cualquiera. Es, en términos de Valéry, la experiencia de una totalidad, “un sentido de universo [...] una tendencia a percibir un mundo, o sistema completo de relaciones en que, cosas, seres y eventos, y actos [...] se encuentran no obstante en una indefinible, pero maravillosamente precisa relación con los modos y leyes de nuestra sensibilidad general”² (Valéry, 1958, pp. 196-198). La palabra “mundo”, sugiere Valéry, es la articulación sensorial momentánea de una totalidad, mas no fragmentos ordinarios de experiencia.

Desde la fenomenología, el filósofo Jeff Malpas hace eco o coincide con las ideas de poesía y experiencia expresadas por Valéry, esta vez al referirse a los conceptos de lugar y experiencia entendidos como mundo (Valéry, cabe anotar no figura en su discurso). Malpas nos dice que: “[l]a experiencia es un asunto juntar y dar cuenta de una multiplicidad de elementos, que se unen como parte de un único y complejo mundo [lugar] múltiples y multifacéticos objetos, eventos y personas” (1999, p. 164-165).

■ PLACE-MAKING: WORLD AND EXPERIENCE

Architect Rogelio Salmona¹ (Paris 1927-Bogotá 2007) gave us a clue about the relevance that place and re-creation have for architectural making when proposing in simple but deep words that “Architecture is a way of seeing the world and of transforming it” (Salmona, 2000, p. 164). “Seeing” might be understood as metaphor for perceiving, experiencing and understanding a “world.” World and place, both in poetry and in the phenomenological tradition, are analogous and inseparable concepts. Paul Valéry, the great French poet stated, for instance, that the word poetry has a double meaning, being on one side an “experience”—sense in which we are all poets—and on the other side poetry is “making or art [...] a strange industry whose aim is to re-create [...]” What does poetry re-create? that felt emotion, or lived experience, the product of its first meaning. Nevertheless, poetic experience is not just any kind of experience. It is, in Valéry’s terms: the experience of totality, “*a sense of universe* [...] a tendency towards perceiving a world, or complete system of relations, in which beings, things and events, and acts [...] stand, however, in an indefinable, but wonderfully accurate, relationship to the modes and laws of our general sensibility”² (Valéry, 1958, pp. 196-198). The word “world,” Valéry suggests to be the momentary sensory articulation of a totality, not just ordinary fragments of experience.

From the field of phenomenology, the philosopher Jeff Malpas echoes or coincides with, the ideas of poetry and experience, expressed by Valéry, this time in reference to the concepts of place and experience understanding them as *world* (Valéry, it’s worth mentioning, does not appear in his discourse). Malpas tells us that: “[e]xperience is a matter of grasping multiple elements gathered together as part of a single, complex world [lugar] of multiple and multifaceted objects, events and persons” (1999, p. 164-165).

¹ Salmona fue discípulo de Le Corbusier y desarrolló posteriormente una obra arquitectónica cualitativa y singular de gran calidad y reconocimiento mundial (Fundación Rogelio Salmona, 2018).

² Cabe resaltar que las palabras en cursiva corresponden al original de Valéry; no las he alterado yo.

¹ Salmona was a disciple of Le Corbusier and later developed a highly qualitative and singular architectural practice gaining world recognition (Fundación Rogelio Salmona, 2018)

² I remark that the words in italics in this quote are original, from Valéry, not mine.

La idea de experiencia de lugar en Malpas podemos compararla también con lo que Hans-Georg Gadamer entendió como “experiencia estética”, noción relevante por ejemplo para entender el arte contemporáneo. Para Gadamer la experiencia estética es la percepción de una totalidad, la cual, a pesar de ser episódica o momentánea, tiene un efecto transformador en nuestras vidas, de por vida:

La experiencia estética no es simplemente una entre otras, sino que representa la esencia de la experiencia en sí. Como la obra de arte es, como tal, un mundo por sí misma, aquello que es representado estéticamente, como *Erlbnis*, se encuentra removido de toda conexión con lo actual. (Gadamer, 1988, p. 63)

Retornemos por un momento a Paul Valéry con su idea de poesía como experiencia de una totalidad; la percepción de un “*sentido de universo*” que es esencial para comprender la condición de estar imbuido poéticamente. El paralelo con Gadamer se hace evidente. Jeff Malpas propone algo similar al desarrollar la idea de “lugar-mundo” como totalidad sensorial de una experiencia. Por ser el lugar la base y esencia de la experiencia humana, el lugar es también fundamento para el recordar, el pensar y el accionar humano:

La compleja y diferenciada unidad del lugar refleja la compleja unidad del mundo en sí; refleja también la compleja unidad a través de la cual una creatura se involucra con respecto a objetos y eventos particulares, que hace posible la memoria, las creencias, el pensamiento y la experiencia—solo en el lugar se establece la unidad que la subjetividad requiere. (Malpas, 1999, p.174)

El concepto de “mundo” de acuerdo con la tradición del pensamiento fenomenológico, de Martin Heidegger (1997) a Jeff Malpas (1999, pp. 7-9), nos refiere a la idea de totalidad de una experiencia humana, con el lugar como un “mundo de la percepción” (Merleau-Ponty, 2004, pp. 49-56; Casey, 1993, p. ix, 1997, p. 109). Con la arquitectura, puede decirse hacemos “mundos” (lugares) en cuanto que estos configuran experiencias totales, inmersivas, para el habitar humano.

Lugar (existencial) y espacio (abstracto) son conceptos sustancialmente distintos. El filósofo Edward Casey ejemplifica de forma sencilla la importancia que tiene el lugar en la existencia humana al preguntar: ¿pueden ustedes imaginarse cómo sería si

Malpas’ idea of experience of place can be compared to what Hans-Georg Gadamer understood as “aesthetic experience,” for instance a relevant notion for understanding contemporary art. For Gadamer aesthetic experience is the perception of a totality which, in spite of being episodic or momentary, has a transformative effect in our lives, for the lifetime; I quote:

Aesthetic experience is not just one kind of experience among others but represents the essence of experience per se. As the work of art as such is a world for itself, so also what is experienced aesthetically is, as an *Erlebnis*, removed from all connections with actuality (Gadamer, 2004, p.60).

Let’s return to Paul Valéry for a moment, with his idea of poetry as experience of totality; the perception of a “*sense of universe*” which is essential for us to understand the condition to be poetically immersed. The parallel with Gadamer becomes evident. Jeff Malpas similarly proposes the notion of “place-world” as all sensorial totality of experience. Being the ground and essence of human experience, place is as well fundamental to remembering, thinking, and acting. I quote:

The differentiated and complex unity of place reflects the complex unity of the world itself; it also reflects the complex unity, given focus through a creature’s active involvement with respect to particular objects and events, that makes for the possibility of memory, of belief, of thought and of experience – only within place is the unity necessary for subjectivity established (Malpas, 1999, p.174).

The concept of “world” in the phenomenological tradition, from Martin Heidegger (1997) to Jeff Malpas (1999, pp.7-9), refers us to the idea of totality of experience, with place as a “world of perception” (Merleau-Ponty, 2004, pp. 49-56; Casey, 1993, p.ix, 1997, p.109). We may say that with architecture we make “worlds” (places) as they configure total experiences, immersive, for human inhabitation.

Place (existential) and space (abstract) are substantially different concepts. The philosopher Edward Casey exemplifies with simplicity the importance of place for human existence asking us: “Can you imagine what it would be like if there were no places in the world? None whatsoever! An

no hubiese lugares en el mundo? ¡Ningún lugar! ¡Un mundo sin lugar en absoluto!" (Casey, 1993, p. ix). Si bien elemental esta pregunta contiene una clave para la discusión sobre lugar. Casey nos lleva a reflexionar sobre el espacio, diferente de la condición concreta del lugar: limitado, definido y habitado o experimentado. Sin lugares, él sugiere, no habría mundo, como territorio de la experiencia humana y, por lo tanto, del pensar. Tendríamos entonces no más que un "vacío", término cercano a *Kenon*, una palabra que los griegos antiguos diferenciaban de *chora* o *topos*, análogos a lugar (Landrum, 2016, pp. 323-358; Leatherbarrow, 1993, ix).

La idea de *mundo-lugar* tiene por demás un carácter multiescalar: el lugar puede plegarse en sí, o desplegarse en totalidades mayores. Hablamos, por ejemplo, del mundo griego por referirnos al *lugar* de los antiguos griegos: esa totalidad que incluye su apropiación y construcción de un paisaje, pero también su cosmología, sus mitos y creencias, y en general la forma en la cual dieron cuenta de su experiencia vital sobre la tierra (Snell, 1982; Vernant, 2006). Mundos-lugares más pequeños existen en la experiencia total que configuran un jardín (Itoh, 1965), un recinto o espacio interior, hasta un dibujo y un poema.

Por ser una forma de *hacer mundo*, en la arquitectura convergen saberes diversos: allí reside su heteronomía como disciplina, mientras que en la destreza práctica y saber hacer o *techné* que la caracteriza desde tiempos pre-homéricos hallamos su autonomía o especificidad (Karvouni, 1999; Roochnik, 1996). Ambas convergen al hacer *lugar*, y en el lugar reverberan los valores y significados que quedan imbuidos en los hechos arquitectónicos: de la pretérita transformación colectiva de una cueva, al cenotafio a Newton de Boullee nunca construido; hasta en la llamada arquitectura "morfogenética emergente" (Hensel, Menges y Weinstock, 2006); también los entornos de inmersión en realidad virtual de nuestra era digital, y los híbridos de lo virtual con lo material. Todos son *lugares*, vistos desde la perspectiva de nuestra inmersión corpórea y capacidad de experimentarlos.

■ MUNDO-LUGAR: UN INTENTO DE DEFINICIÓN

Los paralelos visibles entre las ideas de lugar (de Malpas por ejemplo) como mundo, y las ya expuestas al respecto de la emoción poética (de Valéry) y de experiencia (de Gadamer) comienzan

utter placeless void!" (Casey, 1993, p.ix). Although elemental this word contains a key to the discussion on place. Casey leads us to reflect upon space, as different from the concrete condition of place: bounded, defined, inhabited, and experienced. Without places, he suggests, there would be no world, as ground for human experience, thus for thought. Instead we would have no more than a "void," a term closer to that of *Kenon*, a word that the ancient Greeks differentiated from others akin to place such as *chora* or *topos* (Landrum, 2016, pp. 323-358; Leatherbarrow, 1993, ix).

The idea of *world-place* holds in addition a multi-scalar character: place may fold inwards, or unfold onto larger totalities. We talk for instance of the Greek world to refer to the *place* of the Greeks: that totality which includes their appropriation and construction of a landscape, but also their cosmology, myths, and beliefs, and in general terms, the way in which they gave an account of their vital experience on earth (Snell, 1982; Vernant, 2006). Smaller world-places we may find for instance in the total experience of a garden (Itoh, 1965), a room or interior space, even a drawing, and a poem.

Diverse forms of knowledge converge in architecture, as a way of *world making*: there we find its disciplinary heteronomy, while in the practical skills and knowhow or *techné* we find its autonomy or specificity (Karvouni, 1999; Roochnik, 1996). Both merge in *place-making*, and the values and meanings that architecture is stilled with, reverberate in place: from the, remote in time, transformation of a cave, to the cenotaph to Newton, even in the "morphogenetic, emerging" architecture (Hensel, Menges & Weinstock, 2006); the virtual reality immersion environments of our digital era as well; and the hybrids of virtual and material. All the above are places, if we see them from the perspective of our corporeal immersion and capacity to experience.

■ WORLD-PLACE: ATTEMPTING A DEFINITION

The visible parallels between ideas of place (from Malpas for instance) as world, and those already pointed out regarding poetic emotion (from Valéry) and experience (from Gadamer) begin to

a revelarnos que el lugar es un campo primordial en el que los ámbitos de la poética y de la arquitectura se encuentran. Las actividades creativas del poeta y del arquitecto—trabajando no obstante en medios distintos—tratan con la experiencia humana de lugar y cumplen la función de re-crearlo. El lugar alude a lo que Malpas (1999, pp. 40-41) ha llamado una “topografía”³. Intento basado en Malpas (1999) una definición sucinta de “lugar” como: *estructura compleja pero unitaria que articula seres, cosas y eventos, en el tiempo y el espacio, para configurar la experiencia de un mundo.*

La identidad manifiesta entre las definiciones de poesía y de lugar, insisto, es más que una coincidencia. Reconocer un concepto de lugar incluyente, fenomenológico —que es poético en esencia— es de capital importancia para la arquitectura como praxis y para la formación en ésta, como disciplina o forma del saber.

■ RE-CREAR LA EXPERIENCIA

H-G. Gadamer hace uso del término alemán *Erlebniskunst*, traducible como “arte de experiencia” en una reflexión sobre la *trans-subjetividad* de la experiencia estética, asunto que nos es particularmente pertinente considerar en arquitectura, pues tiene origen en la idea de ‘experiencia vivida’ o *Erlebnis*⁴. De acuerdo con Gadamer, *Erlebniskunst* ofrece dos significados correlacionados y complementarios. El primer significado nos refiere a un arte que viene de la experiencia. El segundo significado que Gadamer anota es el de “un arte cuya intención es la producción de experiencia estética” (Gadamer 1998c, 1975, p. 61). Tenemos entonces en este término alemán algo que yo me arriesgaría a figurar como una espiral re-creativa de experiencias del mundo, transformadas en un nuevo mundo de experiencia.

reveal us that place is the primordial field where the realms of poetics and architecture meet. The creative activities of the poet and the architect—albeit working with different means—deal with the human experience of place, and share the function of re-creating it. Place alludes to what Malpas (1999, pp.40-41) has called a “topography”³. Based on Malpas (1999) I attempt a succinct definition of place as: *a complex but unitary structure which binds together beings, things, and events, in time and space, to configure the experience of a world.*

The manifested identity between definitions of poetry and place, I stress, is more than a coincidence. Acknowledging an inclusive concept of place, phenomenological—which is poetic in essence—gains capital importance for architecture as praxis, and in formative processes, as a discipline or form of knowledge.

■ RE-CREATING EXPERIENCE

H-G. Gadamer makes use of the German term *Erlebniskunst*, translatable as “art of experience” to reflect on the *trans-subjectivity* of aesthetic experience, an issue that is particularly pertinent to consider in architecture, for having its origin in the idea of ‘lived experience’ or *Erlebnis*.⁴ According to Gadamer, *Erlebniskunst* offers two correlated and complementary meanings. The first meaning refers us to an art that comes from experience. The second, very relevant meaning that Gadamer notes is: “art that is intended to be aesthetically experienced” (Gadamer, 1998-2017, p.61). We find then in this term what I would risk to illustrate as a re-creative spiral of world experiences, transformed in a new world of experience.

³ La palabra *topografía*, usada como metáfora recurre en Malpas para dar cuenta del concepto de lugar. En la fuente, Malpas hace una defensa de su método “topográfico”.

⁴ Gadamer hace referencia al amplio uso que de la palabra *Erlebnis* hicieron Georg Simmel, discute y se fundamenta en este término y autor.

³ The word topography recurs in Malpas, used as metaphor to give an account of the concept of place. In the source, Malpas argues in favor of its “topographical” method.

⁴ Gadamer refers to the ample use of the word *Erlebnis* in Georg Simmel; Gadamer discusses with, and finds support on Simmel.

■ LA ARQUITECTURA HACE LUGAR

Es plausible entender el hacer arquitectónico como un arte fundado en la experiencia de, y en el lugar, cuyo objeto es la producción también de experiencias de lugar: una *re-creación* experiencial, fundamento del hacer poético y puede serlo también del hacer arquitectónico. Del arquitecto Rogelio Salmona citó:

Hacer arquitectura es recordar, es re-crear [...] constituye un acto cultural profundo, pues no es posible recrear lo que no se conoce. Por el contrario, es la sabiduría la que nos permite la opción y la selección, y he allí el gran momento de la creación. (2000, p.165)

Salmona en el testimonio anteriormente citado dejó implícito un asunto de método creativo —re-creativo e imaginativo en este caso— que considero fundamental para la praxis del diseño arquitectónico cuyo referente primordial nos viene de la literatura, del hacer poético en particular, y es la metáfora, que de acuerdo con Bachelard nos refiere a procesos de *metamorfosis* (1964, p. 29).

■ IMAGINACION Y METAMORFOSIS

Una vez presentadas las analogías entre poesía y lugar, conviene quizás revisar algunas de las herramientas básicas del hacer poético que pueden ilustrar la contraparte arquitectónica del hacer lugar. La paradoja del hacer del poeta está en que trabaja con imágenes vivenciales, a pesar de estar inmerso en el lenguaje escrito, un medio abstracto que tiende a distanciarnos del mundo (Abram, 2010, p.10). El poeta, dijo Bachelard, “posee una clase de imaginación material” (1971a, p. 60), que acerca al lector a la percepción sensorial. Sartre (2004, pp. 52-53) converge enfatizando que el reto narrativo, se encuentra en “activar” las imágenes mentales y dotarlas de un contenido sensorial, que por naturaleza no poseen: hacerlas salir de su condición interior pálida y débil a través de la palabra. Elaine Scarry, en *Dreaming by the Book* (1999), parte de este punto esencial de Sartre y desarrolla una bella demostración de cómo los lectores somos sútilmente guiados a soñar mediante el libro, con vivacidad y bajo la “instrucción del autor”.

Pensamos en términos de imágenes; no solo los arquitectos, de acuerdo con estudios recientes de investigadores en ciencias cognitivas y del lenguaje (Pinker, 2007; Boroditski, 2000, 2010), la estructura básica del lenguaje natural (hablado y escrito) coincide con los componentes descritos por Malpas

■ ARCHITECTURE MAKES PLACE

It is plausible to understand making in architecture as an art grounded in, and about, place, whose object is the production as well of place experiences: an *experiential re-creation*, at the base of poetic making, and possibly too, of architectural making. From architect Rogelio Salmona I quote:

To make architecture is to remember, to re-create. [...] It constitutes a deep cultural act, since it is not possible to recreate the unknown. On the contrary, it is wisdom that permits choice and selection, and this is the great moment of creation (2000, p.165).

Salmona in the above cited testimony left an issue of creative method implicit —re-creative and imaginative in this case—which I consider fundamental for the praxis of architectural design, the metaphor, whose primordial referent comes to us from literature, poetic making in particular, which according to Bachelard entails processes of *metamorphosis* (1964, p.29).

■ IMAGINATION AND METAMORPHOSIS

After having presented analogies between poetry and place, it makes sense perhaps to review some of the basic tools of poetic making which may help to enlighten the architectural place-making counterpart. The paradox of the poet's making is to work with vivid images despite being immersed in written language, an abstract mean that tends to distance us from the world (Abram, 2010, p.10). Bachelard said that the poet possesses a kind of material imagination (1971a, p.60) which brings sensorial perception closer to the reader. Sartre (2004, pp. 52-53) converges stressing that the narrative challenge is to “activate” mental images and give them the sensorial content that naturally they do not have: to free them from their pale and weak inner condition by means of the word. In *Dreaming by the Book* Elaine Scarry (1999) departs from Sartre's essential point to develop a beautiful demonstration of how us readers are subtly guided to dream, with vivacity under “authorial instruction” via the book.

We all think in terms of images; not only architects, according to recent studies in cognitive science and language (Pinker, 2007; Boroditski, 2000, 2010). the structure of natural language (spoken and written) coincides with the elements

como inherentes al mundo-lugar: espacio-tiempo, seres, cosas y eventos. De manera general, puede decirse que la imaginación reside en el lenguaje, y que el lenguaje, el poético en particular, como dijo Borges no viene de los “filólogos”, viene del mundo (Borges, 2000, p. 80).

Hago énfasis aquí en la naturaleza más imaginativa que conceptual del hacer del arquitecto, análoga a la del poeta; digo esto con Valéry (1958) en mente. Hacer lugar, como experiencia y hecho concreto, se encuentra más cerca del imaginar que del pensamiento abstracto. Del taller de diseño en la academia, al arquitecto célebre (o quizás por éste) se privilegia el “concepto” para el proyecto, no obstante la arquitectura opera, como la poesía, con imágenes “materiales” o vivenciales. Bernard Tschumi (2004) por ejemplo, basó en el “concepto” su teoría concluyente en *Event-Cities 3: Concept vs. Context vs. Content*. Confunde allí frecuentemente Tschumi, *imaginative strategies* con conceptos: una diferencia aparentemente semántica, pero creativamente esencial. Steven Holl y su edificio Simons Hall, que éste ‘explica’ *a posteriori* con el concepto de porosidad, fue no obstante bellamente imaginado desde su concepción como una esponja, en bocetos en aguada. ¿Qué fue primero? Ciertamente Holl, interesado en asuntos de percepción venía trabajando previamente con modelos materiales experimentando calidades hapticas y lumínicas. Pero una esponja no es un concepto ni tampoco un edificio. Holl, conocedor de las tradiciones propias de la arquitectura, parece haber hibridado, o metamorfosado imágenes poéticas de experiencias arquitectónicas precedentes para su proyecto: del pabellón de Brasil de Le Corbusier (1959) en la ciudad universitaria de París.

Gastón Bachelard puso el asunto de la imaginación poética en términos simples y claros:

La imaginación se considera usualmente como la facultad para formar imágenes. Pero es en cambio la facultad para *deformar* imágenes ofrecidas por la percepción [...] la facultad de cambiar imágenes. Si no hay un *cambio de imágenes*, una unión inesperada de imágenes, no hay imaginación, no hay un *acto imaginativo*. (1971, p. 19)

Las ideas de Bachelard acerca de la imaginación nos conducen a las operaciones creativas de metáfora y metamorfosis. Luego del largo ‘oscurociantismo’ que la ciencia y el pensamiento positivista infligieron en la metáfora, ésta ha venido ganando nuevo valor como “representación del

described by Malpas as inherent in the world-place: space-time, beings, things, and events. Generally speaking one may say that imagination inhabits language, and that language, the poetic or in particular, as Borges noted, does not come from “philologists,” but from the world (Borges, 2000, p.80).

With Valéry’s (1958) propositions in mind, I stress now on the imaginative, rather than conceptual, nature of the making of the architect, analogous to that of the poet. Place-making, as experience and concrete fact, is closer to imagining than to abstract thinking. However, from the design studio in academia to the star-architect (or perhaps because of the latter) the concept for the project takes primacy, despite that architecture operates with “material” or lived images. For instance, Bernard Tschumi (2004) based on “concept” his theory leading to *Event-Cities 3: Concept vs. Context vs. Content*. In that source Tschumi often confuses imaginative strategies with concepts: an apparently semantic difference, however creatively essential. Steven Holl, *a-posteriori*, explains his Simons Hall building, as coming from the concept of porosity, however, this was beautifully imagined from its inception as a sponge in watercolour sketches. What was first? Holl, interested in questions of perception (2007-c1994) certainly had been working with material models, experimenting on haptic and luminous qualities. Yet, a sponge is neither a concept nor a building. Holl, well versed on the traditions of architecture seems to have hybridized or metamorphosed poetic images from past architectural experiences for his project: the Swiss Pavilion by Le Corbusier (1959) in the *Cité Universitaire* in Paris.

Gaston Bachelard put the question of imagination in clear and simple terms:

[i]magination is always considered the faculty of forming images. But it is rather the faculty of deforming images offered by perception [...] the faculty of changing images. If there is not a changing of images, an unexpected union of images, there is no imagination, no *imaginative action* (1971, p.19)

Bachelard’s ideas on imagination orient us towards the creative tools of metaphor and metamorphosis. After a long obscurantism inflicted by positivistic science and thought on metaphor, this has progressively gained new value as “representation

conocimiento” (Cornell Way, 1991, p. 5; Lakoff y Johnson, 1981, pp. 14-15) en el campo de la inteligencia artificial y también como “transferencia de conocimiento” en sistemas de investigación científica (Patkai y Torvinen, 2004). Su vigencia en poesía no es cuestionable. La poesía y la ficción, por demás, pueden ofrecer verdaderas disertaciones condensadas. Tenemos como ejemplo la cualidad de transmisión de saber subyacente en la prosa y el verso de Jorge Luis Borges, quien nos dice que metáfora no es simplemente una asociación de imágenes de distinto orden, pues no cualquier asociación de imágenes induce la experiencia poética. Hay metáforas “débiles”, y “verdaderas metáforas”, o “metáforas de metáforas”. Del maestro Zhuang Zhou⁵, Borges nos trae como ejemplo una bella metáfora: “soñó [Zhuang] que era una mariposa, y al despertarse no sabía si era él un hombre que había soñado ser una mariposa, o una mariposa que ahora soñaba ser un hombre”. La imagen de una mariposa describe a la perfección el vío entre el sueño y el despertar. Con la mariposa, Zhuang Zhou, Borges nos dice que “escogió la palabra correcta” (2000, pp. 29-30). La metáfora, como vemos, es un asunto de pertinencia.

Por su parte, Bachelard insistió en la importancia de entender las metáforas como metamorfosis:

Hemos de ver que las metáforas se encuentran naturalmente ligadas a las metamorfosis y que, en el ámbito de la imaginación, la metamorfosis de un ser significa de hecho ya un ajuste a su entorno imaginario. La importancia que los mitos de metamorfosis y de fábulas animales tienen por lo tanto para la poesía, ha de parecer menos sorprendente. (Bachelard, 1964, p. 34)

Un ejemplo de metamorfosis arquitectónica lo tenemos en la fascinación de Le Corbusier con la ingeniería de principios del siglo veinte y la llamada era de la máquina (2007, pp. 91-98, 145-192): el transatlántico y el automóvil de una parte, y de otra las arquitecturas tradicionales, del clasicismo a lo vernacular. Máquinas y tradición se metamorfosaron en nuevos tipos edilicios: su famosa “máquina para habitar” inspirada en el automóvil, como la casa Citrohan Baker

of knowledge” (Cornell Way, 1991, p. 5; Lakoff y Johnson, 1981, pp. 14-15) in artificial intelligence (AI) and as “tranfer of knowledge” in scietific investigaion systems (Patkai y Torvinen, 2004). The validity of metaphor in poetry is unquestionable. Poetry and fiction in ddition may offer true condensed dissertations. We may think for instance of the prose and verse by Jorge Luis Borges, who tells us that metaphor is not merely an association of images of different order, as not any image association induces poetic experience. There are “weak” metaphors and “metaphors of metaphors.” From master Zhuang Zhou,⁵ Borges brings us for example a beautiful metaphor: “[Zhuang] dreamt that he was a butterfly and, on waking up, he did not know whether he was a man who had had a dream he was a butterfly, or a butterfly who was now dreaming he was a man.” In selecting the image of a butterfly, Zhuang Zhou, Borges tells us “has chosen the right word” (2000, pp.29-30). Metaphor, we see is an issue of pertinence.

On his part, Bachelard stressed the importance of understanding metaphors as metamorphosis: I quote:

We shall see that metaphors are naturally linked to metamorphoses and that in the realm of imagination the metamorphosis of a being is already an adjustment to the imagined environment. The importance in poetry of the myth of metamorphoses and of animal fables will seem less surprising (1971, p.34).

We have example of architectural metamorphosis in Le Corbusier's fascination with engineering from the beginnings of the twentieth century and the so-called machine age (2007, pp. 91-98,145-192): the transatlantic and the automobile on the one hand, and on the other, traditional architecture, from classicism to the vernacular. Machines and tradition metamorphosed in new building types: his famous “machine for living” inspired in the automobile, like the Citrohan house (Baker,

⁵. Poeta y pensador chino del siglo IV a. C. En la Fuente, Borges lo translitera como Chuan Tzu.

⁵. Chinese poet and thinker from the 4th C. C.E.

(1995-c1984) o la “unidad de habitación”, ese mítico animal híbrido salido de unir un trasatlántico con la vivienda colectiva del constructivismo ruso.

■ METAMORFOSIS Y CONSCIENCIA MATERIAL

Richard Sennett en *The Craftsman (El Artesano)* identifica tres maneras en que la “metamorfosis provoca conciencia material” en el hacer tecnológico. Son estas en su orden: “evolución interna de una forma-tipo”, “mezcla y síntesis” y “cambio de dominio” (Sennett, 2008, p.129). Ilustro a continuación estas tres categorías con ejemplos arquitectónicos de mi propia selección:

» EVOLUCIÓN INTERNA DE UNA FORMA-TIPO

Tanto en sus “villas blancas” —años 1920s— como en su obra madura de corte más expresivo y brutalista —años 1950-60s—, los procesos creativos de Le Corbusier evidencian una fina reelaboración de arquetipos enraizados en la tradición. Sus metamorfosis, en algunos casos, parecen corresponder a lo que Sennett denomina “evolución interna de una forma-tipo”. En su villa en Garches (construida para M. De Monzie) y en villa Savoye, las villas arquetípicas de Palladio en particular, se hibridan con la estética y las prácticas culturales de la “era de la máquina” a tono con sus contemporáneos del racionalismo europeo. Colin Rowe, en *The Mathematics of the Ideal Villa* (1947) lo analiza en detalle. No solo las rigurosas proporciones lo atestiguan, sino también la distribución tripartita en sección y alzado. Las villas “puristas” de Le Corbusier seriamente dominan el entorno y el paisaje: una celebración antropocentrista.

En el monasterio de La Tourette, Le Corbusier vuelve a una “forma tipo”: el claustro, del cual opera una sutil pero profunda distorsión poética, una metamorfosis asombrosa. La experiencia del corazón del claustro se convierte en su antítesis: un vacío profundo e inaccesible. Al levantar el edificio de su topografía inclinada, dejando el claustro sin su esencia, sin piso, Le Corbusier subvierte el tipo original. El cambio es sutil pero transforma profundamente la experiencia y el significado transmitidos al habitante.

1995-c1984) or the “unité d’habitation,” that mythical animal, hybrid of transatlantic and collective housing from Russian constructivism.

■ “METAMORPHOSIS AND MATERIAL CONSCIOUSNESS”

In *The Craftsman (El Artesano)* Richard Sennett identifies three ways in which “metamorphosis provokes material consciousness” in technological making. Those are, in their order: “evolution of a type-form,” “mixture and synthesis,” and “domain shift” (Sennett, 2008, p.129). Following I illustrate these three categories with architectural examples from my own selection:

» INTERNAL EVOLUTION OF A TYPE-FORM

In his “white villas” —years 1920s— as in his mature work, more expressive and brutalist —years 1950-1960s— the Le Corbusier’s creative processes evidence a fine re-elaboration of archetypes rooted in tradition. His metamorphoses seem to correspond in some cases to what Sennett calls “internal evolution of a type-form.” In his villa in Garches (built for M. De Monzie) and in villa Savoye, Palladio’s archetypal villas Hybridize with aesthetics and practices from the “machine age” in tune with his contemporary European rationalists. Collin Rowe in *The Mathematics of the Ideal Villa* (1947) analyzes this in detail. Not only its rigorous proportions testify it, but also its tripartite distribution in section and elevation. The “purist” Le Corbusier’s villas serenely dominate their surroundings and the landscape: an anthropocentric celebration.

In the monastery of La Tourette, Le Corbusier returns to the “type-form”: the cloister, of which he operates a subtle but profound poetic distortion, an astonishing metamorphosis. The experience of the cloister core becomes its antithesis: a deep and inaccessible void. Raising the building from its inclined topography, thus leaving the cloister without its essence, without ground, Le Corbusier subverts the original type. The shift is subtle but deeply transforms the experience and meaning transmitted to its dweller.

■ MEZCLA Y SÍNESIS⁶

El Edificio de Posgrados en Ciencias Humanas en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá (1996-1999), obra de Rogelio Salmona, ejemplifica bien la “mezcla y Syndesis” en su experiencia como en proceso generativo. Esta obra, que admite múltiples niveles interpretativos, ha sido objeto de diversos estudios detallados (Aschner, 2010; Naranjo, 2007; Rueda, 2009^{a-b}, 2012). He de restringirme aquí a un breve comentario. El edificio es una composición de lugares (imágenes poéticas) con volúmenes y espacios de variadas y complejas formas, patios y terrazas vinculados por corredores que crean recorridos y describen una *narrativa* laberíntica ascendente, que nos conduce gentilmente, deambulando hacia la revelación de un paisaje impresionante: los cerros de Bogotá (CIFA, 2000).

Aalto, Piranesi, claustros cistercienses, e incluso la arquitectura prehispánica mesoamericana y la mozárabe, reverberan en sus lugares. Lo anterior ha sido notado por varios académicos (Frampton, 2006; Curtis, 1996; Castro, 1998-2008; Téllez, 2006). Las fuentes son sincréticas (Castro, 1998) pero, lejos de ser ecléctica (en un sentido estilístico), la obra evidencia *síndesis* por vía de un proceso metamórfico que yo considero de naturaleza barroca (Rueda, 2009 a y b, 2012).

Promenade y Plan Libre de Le Corbusier se amalgaman con el *Raumplan* de Adolf Loos: dos estrategias compositivas espaciales claves del modernismo del siglo veinte que usualmente se entienden como contrapuestas (Risselada y Colomina, 1988). Al errar por sus espacios, experiencia llena de sorpresas, continuidades y discontinuidades, el andar nos va llevando de una desorientación casi total a una orientación progresiva con el paisaje urbano de los cerros orientales de Bogotá de trasfondo. Los referentes, insisto, sin embargo, no fueron tratados como tipos morfológicos en abstracto sino como

■ MIXTURE AND SYNTESIS⁶

The graduate studies building for social sciences and humanities, work by Rogelio Salmona (1996-1999) is a good example of “mixture and syndesis” in its experience and generative process. This work, which admits multiple interpretative layers has been subject of various detailed studies (Aschner, 2010; Naranjo, 2007; Rueda, 2009a-b, 2012). I must restrict myself here to a brief commentary. The building is a composition of places (poetic images) with volumes and spaces with diverse and complex forms, courtyards and terraces connected by corridors, which generate promenades and describe an ascending labyrinthine narrative that, perambulating gently takes us up, to the revelation of an astounding landscape: the hills of Bogotá (CIFA, 2000).

Aalto, Piranesi, Cistercian cloisters, and even pre-Hispanic and Mozarabic architecture reverberate in its places. This has been noted by several academics (Frampton, 2006; Curtis, 1996; Castro, 1998-2008; Téllez, 2006). The sources are syncretic (Castro, 1998) but, far from being eclectic (in stylistic terms), the work evidences *syndesis* via a metamorphic process which, I consider is of baroque nature (Rueda, 2009a-b, 2012).

Le Corbusier's *Promenade* and *Free Plan* amalgamate with Loos' *Raumplan*: two spatial compositional strategies, central to the 20th century modernism usually put in counter position (Risselada & Colomina, 1988). Ambulating its spaces, an experience full of surprises, continuities and discontinuities, walking leads us from disorientation to progressive orientation with the eastern hills of Bogotá in the background. The referents, I insist, were not treated as morphologic types in abstraction but as poetic images (Pallasmaa 2012,), vivid and material (experiential), in the terms that Bachelard

⁶ La palabra *síndesis*, con raíz en el griego antiguo (*σύνδεσις*), que implica un ligar, o juntar con, una conjunción, de *συν* (con, junto) y *δέω* (Yo uno, amarre) que difiere en forma sutil pero significativa de la palabra *síntesis*, término originalmente empleado por Sennett.

⁶ The word *syndesis*, rooted in ancient Greek (*σύνδεσις*), implies linking, binding together with, a conjunction of *συν* (with, together) and *δέω* (I join, or tie) which differs subtly but significantly from *synthesis*, term originally used by Sennett.

imágenes poéticas (Pallasmaa, 2012), vívidas y materiales (experienciales), en los términos en que Bachelard explica la imaginación metamórfica del hacer poético.

Piranésicos espacios vestibulares nos desorientan por su compleja oblicuidad y aprisionan por su paradójica infinitud perceptiva. Luego, una logia generosa se hace presente extrañamente atravesada por una rampa modernista que invita a un “paseo arquitectónico”. Al subir, la magia del horizonte entre la diagonal y la retícula nos ofrece hacia el oriente una composición de masas sinuosas y angulares arcillosas que dialogan en forma analógica con los cerros al fondo. Materia y forma se articulan con la intención de provocar un recorrido ascendente a la experiencia total de un paisaje inimaginable a nivel del suelo.

■ CAMBIO DE DOMINIO

Cambios de dominio, en y hacia la arquitectura, han ocurrido desde siempre, pero son más patentes con el advenimiento del paradigma electrónico y los: “nuevos procesos y técnicas para el hacer y el fabricar [...] en la convergencia entre ingeniería y arquitectura (Spiller, 2010, p. 130). No solo la ingeniería, sino también ciencias como la biología sirven de metáforas para nuevos procesos y prácticas “emergentes” vinculadas al concepto de “morfogénesis” (Spiller, 2010, p.130; CCA, 2013).

Quiero no obstante concentrarme en un “cambio de dominio” que considero sutil pero no menos importante; nos llega del arte ‘visual’ a la arquitectura. El dibujo es historia presente. Neil Spiller, en *AD Profile* (2013, pp. 14-19) postula que un tipo de dibujo resurge “capturando la quinta dimensión [...] en el dibujo arquitectónico”. Spiller parece referirse a la idea de un dibujo ‘habitável’ con intencionalidad, poética puede decirse, que referido a las ideas de experiencia, o sinestesia y de significado en la representación: dibujo que re-crea un mundo de experiencia.

■ ARQUITECTURA DE PAPEL

Es este un modo de *práctica-teórica* que tiene precedentes históricos y funciones intelectuales y disciplinares significativas en la tradición arquitectónica de Occidente. Puede uno argumentar que estas dos funciones por ejemplo se hallan presentes en las ya mencionadas *Carceri* de G-B.

employs to explain metamorphic imagination in poetic making.

Piranésicos vestibular spaces disorient us with their obliquity and imprison as well with their paradoxical perceptual infinity. Then, a generous loggia makes presence, strangely crossed by a modernist ramp that invites us to and “architectural promenade.” While climbing up, the magic of a horizon trapped between a diagonal and a reticule offers too, eastwards, a composition of sinuous and angular clay masses dialoguing with the hills in the back. Matter and form articulate with the intention of provoking an ascending journey to the experiential totality of an exceptional landscape unimaginable at ground level.

■ DOMAIN SHIFT

Domain shifts in, and towards architecture have always occurred, but become more patent with the advent of the electronic paradigm and the “new processes and techniques for making and fabricating [...] in the convergence between engineering and architecture (Spiller, 2010, p.130). Not only engineering, but also sciences like biology serve as metaphors for new “emerging” processes and practices linked to the concept of “morphogenesis” (Spiller, 2010, p.130; CCA, 2013).

I would like to concentrate nonetheless in a “domain shift” that I consider subtle, but no less important; it comes to us from ‘visual’ art to architecture. Drawing is present history. Neil Spiller in *AD Profile* (2013, pp.14-19) declares that a new type of drawing resurges “capturing the fifth dimension [...] in architectural drawing.” Spiller seems to refer to ‘inhabitable’ drawing, with (poetic, one might say) intentionality, referred to ideas of experience or synesthesia, and of meaning in representation: drawing which re-creates a world of experience.

■ PAPER ARCHITECTURE

This is a mode of *Theoretical practice* that has historical precedents and intellectual, and disciplinary functions in the tradition of western architecture. One may argue that these two functions for instance are present in the already

Piranesi, arquitectura y lugar dibujados para no ser construidos, pero sí habitados y analizados, El mundo-lugar de experiencia creado por Piranesi lo describe sin parangón Marguerite Yourcenar:

La imposibilidad de discernir un plano general agrega otro elemento a la incomodidad que inspiran las Prisiones: casi en ningún momento tenemos la impresión de estar en el eje principal de la estructura, tan solo en una rama vectorial. [...] Pero este mundo sin centro es a la vez infinitamente expansible. [...] Este mundo cerrado en sí mismo resulta matemáticamente infinito. (1984, p. 114)

Manfredo Tafuri (1987) evidencia la función intelectual de las *Carceri* al postular la relevancia que Piranesi y las *Carceri* tuvieron para el surgimiento de las vanguardias modernas en arquitectura (Frascari, 1989, pp. 39-41).

La llamada arquitectura de papel fue clave para ciertas vanguardias combatir la racionalidad instrumental del racionalismo moderno europeo: Leonidov y los constructivistas, por ejemplo. Tiempos después, el dibujo sería una técnica poderosa para la construcción de *mundos críticos* paralelos, en diálogo poético con los elementos de su realidad contemporánea para los llamados grupos radicales de los años cincuenta y sesenta: Archizoom (Branzi, 1997) y Superstudio (Lang y Menking, 2003) entre otros. La obra inicial no construida de Office for Metropolitan Architecture (OMA) continuó esta tradición para forjarse así misma: Madelon Vriesendorp y su *Flagrant Delit*, Zoe Zenghelis dibujando a Manhattan en *Delirious New York* (Koolhaas, 1994) y *Exodus, or the Voluntary Prisoners of Architecture* (van Schaik y Macel, 2005).

Lebbeus Woods (2011) hizo de los dibujos de Neil Spiller una cualificación que viene a lugar al afirmar que pertenecen al “dominio de la arquitectura” porque “el arquitecto ha diseñado espacios para que los habitemos, más que objetos para ser apreciados desde afuera”. Woods (2011) narra en forma singular los *mundo-lugares* dibujados por Spiller:

Sentimos al entrar a los dibujos como si hubiésemos encontrado todo un mundo cuya exploración nos aleja de nuestro mundo familiar, pero eventualmente nos regresa a este, con nuestras percepciones enriquecidas, nuestras imaginaciones estimuladas y expandidas, para apreciar mejor lo familiar en nuevas formas.

mentioned Carceri by G-B Piranesi: architecture and place, drafted not to be built, but inhabited. The world-place of experience created by Piranesi is described with no parallel by Marguerite Yourcenar:

The impossibility of discerning any overall plan adds another element to the discomfort inspired by the *Prisons*: we almost never have the impression of being in the main axis of the structure, but only on a vectorial branch. [...] But this world without a center is at the same time infinitely expansible. [...] This world closed over itself is mathematically infinite (1984, p.104).

Manfredo Tafuri (1987) makes evident the intellectual function of the *Carceri*, postulating Piranesi's relevance for the modernist architectural *avant-garde* (Frascari, 1989, pp. 39-41).

The so-called Paper Architecture was key for some avant-garde movements to combat an instrumental rationality proper to the European modern rationalism: Leonidov and the constructivists, for instance. Later on, drawing would become a powerful tool to build parallel critical *worlds*, poetically dialoguing with the elements of their contemporary reality, for the so-called radical groups of the years 1950s and 1960s: Archizoom (Branzi, 1997) and Superstudio (Lang and Menking, 2003) among others. The initial, non-built work by the Office for Metropolitan Architecture (OMA) continued with this tradition to forge themselves: Madelon Vriesendorp with her *Flagrant Delit*, Zoe Zenghelis drawing Manhattan in *Delirious New York* (Koolhaas, 1994) and *Exodus, or the Voluntary Prisoners of Architecture* (van Schaik & Macel, 2005).

Lebbeus Woods (2011) qualification of Neil Spiller's drawings comes to place when declaring than those pertain in the “domain of architecture” because the architect has designed spaces for us to inhabit, rather than objects to be appreciated from the outside.” Woods (2011) narrates those *World-Places* by Spiller in singular manner:

We feel, upon entering the drawings, as though we have found an entire world, whose exploration will take us away from our familiar one, but eventually bring us back to it, our perceptions enriched, our imaginations stimulated and expanded, the better to appreciate the familiar in new ways.

La experiencia de un lugar habitable extraordinario se hace presente en el relato de Woods, y la correspondencia con lo que Gadamer denomina experiencia estética es evidente.

■ CODA: INTENCIONALIDAD

Quisiera concluir exemplificando con dos obras significativas el asunto de la intencionalidad. El hacer poético, el hacer lugar, el uso de imágenes poéticas (*vividas*) re-creadas en un nuevo lugar, no es aleatorio o carente de intención. Por el contrario; se encuentra cargado de significado, contribuye a dar sentido a la existencia del habitante y comunica un mensaje significativo a través del lenguaje directo de la arquitectura, que es: de experiencia inmersiva, corpórea y sensorial total.

» EXPERIENCIA Y SIGNIFICADO

Ofrezco a continuación una sucinta reflexión sobre la pequeña capilla Bruder Klaus (Zumthor Durish y Keush, 2014, vol 4), del arquitecto Peter Zumthor, construida en 2007 en la campiña de Wachendorf, Alemania. De esta obra quiero resaltar la *intersubjetividad* de la experiencia arquitectónica: del autor-arquitecto, al habitante, pero también del habitante hacia el edificio, como coautor o re-creador de la obra al experimentarla y re-imaginárla. Baso mi argumento en las ideas de Elaine Scarry acerca de la “vivacidad” de la imagen literaria, y principalmente, en la idea de “instrucción del autor” (Scarry, 2000) que trasladado de la literatura a la arquitectura: de manera sutil pero poderosa, el autor nos da las pistas o especificaciones para nosotros re-constuir imágenes vivenciales de la obra. Mi tesis es que Zumthor ha concebido en esta capilla, edificio cargado de imaginación material o “hapticidad” (Pallasmaa, 2005), como un memorial a los ritos constructivos del edificio mismo. Zumthor nos lleva gentilmente a habitarlo con los sentidos (lo que es obvio) pero también con la experiencia aumentada por la imaginación (Pallasmaa, 2005, pp. 67-70; Rueda, 2018, pp. 59-90). A través de los detalles y la materialidad Zumthor nos “cuenta el cuento” (Frascari, 1996, pp. 498-515) de los bellos rituales de construcción de la capilla: 24 bandas de sólida tierra-concreto pisada erigen la torre y nos hablan del tiempo —24 días de obra, una banda por día. La hermética torre al penetrarla, mirada al suelo envueltos en el íntimo recinto, nos trae imágenes primigenias de fuego, e “inversiones materiales” (Bachelard, 1971,

The experience of an extraordinary inhabitable place is present in Woods' narrative, and the correspondence with what Gadamer calls aesthetic experience becomes evident.

■ CODA: INTENTIONALITY

I would like to conclude exemplifying the issue of intentionality with two meaningful works. Poetic-making, place-making, the use of poetic images (*vivid ones*) re-created in new place, is not something random or lacking intention. On the contrary; it is laden with signification, contributes to give meaning to the dweller's existence, and communicates a meaningful message by means of the direct language of architecture, which is, immersive, embodied and all-sensorial experience,

» EXPERIENCE AND MEANING

Following I offer a succinct reflection on the small Bruder Klaus chapel (Zumthor Durish & Keush, 2014, vol 4) by architect Peter Zumthor, built in 2007 in the countryside of Wachendorf, Germany. From this work I would like to remark the *intersubjectivity* of architectural experience: from the author-architect, to the dweller, but also from the dweller to the building, as co-author or re-creator of the work while experiencing and re-imagining it. I base my argument in Elaine Scarry's ideas on “vivacity” of the literary image, and, mostly, on the notion of “authorial instruction” (Scarry, 2000) which I translate from literature to architecture: in subtle but powerful manner, the author gives us clues or specifications for us to re-construct vivid images of the work. It is my thesis that Zumthor has conceived this chapel, a building loaded with material imagination or “hapticity” (Pallasmaa 2005) as one memorial of the construction rituals of the building itself. Zumthor gently takes us to dwell in it with our senses (rather obvious) but also with an augmented experience by means of imagination (Pallasmaa, 2005, pp. 67-70; Rueda, 2018, pp. 59-90). With details and materiality Zumthor “tell-the-tale” (Frascari, 1996, pp. 498-515) of the beautiful rituals of the chapel's construction: 24 bands of earth-concrete *pisé* erect the tower and tell us about time—24 construction days, one per day. When penetrating the hermetic tower, gazing down, enveloped by the intimate enclosure brings primogenital images of fire, and “material inversions” (Bachelard 1971, p.70). The

p. 70). El encofrado cónico, negativo acanalado de rollizos troncos, que fue sometido al fuego y hecho cenizas, deja sus trazas en el suelo plomizo: huellas de un pasado líquido; y más y más sutilezas que hacen de esta obra una bella manifestación de arquitectura como experiencia poética.

» RE-CREACIÓN POÉTICA E HISTORICIDAD

Cierro con otro bello ejemplo de intencionalidad poética en la re-creación de lugar: la Casa de Huéspedes Ilustres de Rogelio Salmona en Cartagena de Indias (Rueda 2016, pp. 8-20). Mi argumento en este caso es que la obra configura un constructo poético de historicidad (*Geschichtlichkeit*), entendida a grosso modo como inmanencia del tiempo y de la historia en lo que somos y hacemos (Audi 1998, p. 63).⁷ Salmona literalmente re-crea el sitio, originalmente un playón desolado *habitado* sola y significativamente por la ruina de una fortificación colonial española, y lo convierte en un nuevo paisaje y lugar en el que metafóricamente resuenan experiencias de otras arquitecturas, se decantan otros lugares (Curtis, 1996, pp. 648-649), escogidos no al azar, sino significativamente relacionados con aquello que somos en latinoamérica como cultura mestiza o ladina (Arciniegas, 1993) hecha de fragmentos del viejo mundo hibridados con lo prehispánico: del mozárabe norte de África a la España islámica Al-andaluz, a sus cortijos también, y las fortificaciones mismas de Cartagena de Indias. También se ha dicho reverbera allí el pre-hispanico claustro de las monjas (Castro, 1998). El proyecto, evocativo de una preterita arquitectura de patios encadenados que podemos trazar en el tiempo hasta el

conic framework, fluted ‘negative’ imprint from tree-trunks, subjected then to fire, and turned into ashes, leaves its traces on the leaden floor: imprints from its liquid past; and many more subtleties make this work a beautiful manifestation of architecture as poetic experience.

» POETIC RE-CREATION AND HISTORICITY

I conclude with another beautiful example of poetic intentionality in place re-creation: Casa de Huéspedes Ilustres, by Rogelio Salmona in Cartagena de Indias (Rueda 2016, pp. 8-20). The argument in this case is that the work configures a poetic construct of historicity (*Geschichtlichkeit*) understood schematically as the immanence of time and history in what we are and what we do (Audi 1998, p.63).⁷ Salmona literally re-creates the site; originally a deserted beach, solely, and significantly, *inhabited* by a Spanish colonial fortification ruin, turning it into a new landscape and place where experiences from other architectures metaphorically resonate: other places are distilled (Curtis, 1996, pp. 648-649) not randomly selected but significantly related to what we are as mestizo, Latin culture (Arciniegas, 1993) made of fragments from the old world which hybridize with the pre-Hispanic: from the Mozarabic North Africa to the Islamic Al-Andalus, its *cortijos* as well, and the same fortifications of Cartagena de Indias. It has been noted as well that there, the pre-Hispanic Nunnery Quadrangle reverberates (Castro 1998). The project, evocative of preterite architecture made of concatenated courtyards which we may trace as far back as the Minoan, nevertheless, hybridizes modernist—seemingly

⁷. Traducción directa del autor; por su relevancia, y por consistencia, con el argumento se incluye la cita original en inglés: “Historicity (or *historicality* *Geschichtlichkeit*) is a term used in the phenomenological and hermeneutic tradition (From Dilthey and Husserl thorough Heidegger and Gadamer) to indicate an essential feature of human existence. Persons are not merely in history; their past, including their social past, figures in conception of themselves and their future possibilities. Some awareness of the past is constitutive of the self, prior to being formed in a cognitive discipline.”

⁷. Due to its relevance this holds for the argument advanced about this work by Salmona, I include, from the source its definition: “Historicity (or historicality *Geschichtlichkeit*) is a term used in the phenomenological and hermeneutic tradition (From Dilthey and Husserl thorough Heidegger and Gadamer) to indicate an essential feature of human existence. Persons are not merely in history; their past, including their social past, figures in conception of themselves and their future possibilities. Some awareness of the past is constitutive of the self, prior to being formed in a cognitive discipline.”

minoico, hibrida no obstante cracteristicas modernas aparentemente antagónicas: la *promenade* y el *raumplan*. He allí una metamorfosis, síntesis, o quizás alegoria o concatenación de metáforas. Lejos de ser un pastiche historicista la obra se antoja nueva: una experiencia presente y de “presencia” (Zumthor, 2013). Resulta paradojico también que Salmona ha construido una nueva ruina en el lugar de una anterior, practicando el aforismo de Apollinaire que tanto apreciase: “preparar a la piedra y al tiempo una ruina mas bella que cualquier otra” (Apollinaire, 2004, p.82). Concluyo con una cita del propio Salmona que realza la intersubjetividad del hacer y la experiencia de lugar:

Resonancia es lo que uno guarda, lo que uno activa. La resonancia siempre queda. Finalmente los espacios que uno produce son rincones del mundo, y esos rincones son siempre misteriosos y hay que descubrirlos. El mayor goce que tengo es cuando la gente vive y recibe resonancias de lo que es, a través de las resonancias que les he propuesto (Salmona 2007, p.38).



■ REFERENCIAS

- Abram, D. (2010). *Becoming Animal: an Earthly Cosmology*. New York: Vintage Books.
- Apollinaire, G. (2004). *The Cubist Painters* (Trans. Peter Read). Berkeley, Ca.: University of California Press.
- Aschner, J. P. (2010). Composizione ed esperienza di spazio collettivo in Rogelio Salmona. *Architettura/Ricerche*, 57. Contributi Di Ricerca Di Ambito Internazionale. pp. 194-197
- Bachelard, G. (1971). *On Poetic Imagination and Reverie* (trans. an introduction by Colette Gaudin). New York: The Bobbs and Merril Company, Inc.
- Baker, G. (1995-c1984) *Le Corbusier: An Analysis of Form*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Bachelard, G. (1964). *The Psychoanalysis of Fire*. Boston: Beacon Press.

antagonistic features, like the *promenade* and the *raumplan*. There we find metamorphosis, or perhaps, allegory or concatenation of metaphors. Far from historicist pastiche the work reveals newness: a present experience and an experience of “presence” (Zumthor, 2013). It is paradoxical as well that Salmona built a new ruin on the site of a previous one, practicing Apollinaire’s aphorism that he kept so dearly: “to prepare for ivy and passing time a ruin more beautiful than any other.” (Apollinaire, 1950, p.82). I conclude with a quote from the same Salmona which highlights the intersubjectivity between place-making and experience:

Resonance is what one keeps, that which one activates. Resonance always remains. The spaces one produces are in the end corners of the world; and those corners are always mysterious and must be discovered. The greatest pleasure I have happens when people live and receive those resonances of what is there [in real experience] by means of the resonances I proposed. (Salmona, 2007, p.38)

■ REFERENCIAS

- Abram, D. (2010). *Becoming Animal: an Earthly Cosmology*. New York: Vintage Books.
- Apollinaire, G (2004) *The Cubist Painters* (Trans. Peter Read). Berkeley, Ca.: University of California Press.
- Aschner, J. P. (2010). Composizione ed esperienza di spazio collettivo in Rogelio Salmona. *Architettura/Ricerche*, 57. Contributi Di Ricerca Di Ambito Internazionale. pp. 194-197
- Bachelard, G. (1971). *On Poetic Imagination and Reverie* (trans. an introduction by Colette Gaudin). New York: The Bobbs and Merril Company, Inc.
- Baker, G. (1995-c1984) *Le Corbusier: An Analysis of Form*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Bachelard, G. (1964). *The Psychoanalysis of Fire*. Boston: Beacon Press.

- Borges, J. L. (2000). *This Craft of Verse*. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Boroditsky, L. (October, 2010). *How Language Shapes Thought*. Conferencia en el Cowell Theatre, Fort Mason Center in San Francisco, California. The Long Now Foundation. Recuperado de: http://m.youtube.com/watch?v=cPGpZp1pfQQ&desktop_uri=%2Fwatch%3Fv%3DcPGpZp1pfQQ
- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought? English and Mandarin speakers' conceptions of time. *Cognitive Psychology*, 43 (1), 1-22.
- Boroditsky, L. (2000). Metaphoric Structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition*, 75 (1), 1-28.
- Branzi, A. (2006). *No-Stop City: Archizoom Associati* (French Edition) [Paperback]. Orléans, France: HYX Editions.
- Branzi, A., Burkhardt, F. y Morozzi, C. (1997). *Andrea Branzi*. Paris: Dis Voir.
- Bronowski, J. (1965). *The Abacus and the Rose*. New York: Harper & Row.
- Bronowski, J. (1978). *The Origins of Knowledge and Imagination*. New Haven: Yale University Press.
- Casey, E. (1993). *Getting back into place*. Bloomington: Indiana University Press.
- Castro, R. L. (1998) *Rogelio Salmona*. Bogotá: Villegas Editores.
- Castro, R. L. (2008). *Rogelio Salmona: a Tribute*. Bogotá: Villegas Editores.
- Castro, R. L. (2005). *Syncretism, Wonder and Memory in the Work of Rogelio Salmona. Transculturation: Cities, Spaces and Architectures in Latin America* (pp. 155-163). Amsterdam: Rodopi.
- CCA (2013). *Archaeology of the Digital* (Lynn Greg, curator). Montreal: CCA & Sternberg Press.
- CCA Channel (2013a). *Frank Gehry Talking with Greg Lynn*. Available on line at http://m.youtube.com/watch?v=3BTn9KW62yU&desktop_uri=%2Fwatch%3Fv%3D3BTn9KW62yU
- Borges, J. L. (2000). *This Craft of Verse*. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Boroditsky, L. (October, 2010). *How Language Shapes Thought*. Conference in the Cowell Theatre, Fort Mason Center in San Francisco, California. The Long Now Foundation. Available at: http://m.youtube.com/watch?v=cPGpZp1pfQQ&desktop_uri=%2Fwatch%3Fv%3DcPGpZp1pfQQ
- Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought? English and Mandarin speakers' conceptions of time. *Cognitive Psychology*, 43 (1), 1-22.
- Boroditsky, L. (2000). Metaphoric Structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition*, 75 (1), 1-28.
- Branzi, A. (2006). *No-Stop City: Archizoom Associati* (French Edition) [Paperback]. Orléans, France: HYX Editions.
- Branzi, A., Burkhardt, F. y Morozzi, C. (1997). *Andrea Branzi*. Paris: Dis Voir.
- Bronowski, J. (1965). *The Abacus and the Rose*. New York: Harper & Row.
- Bronowski, J. (1978). *The Origins of Knowledge and Imagination*. New Haven: Yale University Press.
- Casey, E. (1993). *Getting back into place*. Bloomington: Indiana University Press.
- Castro, R. L. (1998) *Rogelio Salmona*. Bogotá: Villegas Editores.
- Castro, R. L. (2008). *Rogelio Salmona: a Tribute*. Bogotá: Villegas Editores.
- Castro, R. L. (2005). *Syncretism, Wonder and Memory in the Work of Rogelio Salmona. Transculturation: Cities, Spaces and Architectures in Latin America* (pp. 155-163). Amsterdam: Rodopi.
- CCA (2013). *Archaeology of the Digital* (Lynn Greg, curator). Montreal: CCA & Sternberg Press.
- CCA Channel (2013a). *Frank Gehry Talking with Greg Lynn*. Available on line at http://m.youtube.com/watch?v=3BTn9KW62yU&desktop_uri=%2Fwatch%3Fv%3D3BTn9KW62yU

- CCA Channel (2013b). *Peter Eisenman in conversation with Greg Lynn*. http://m.youtube.com/watch?v=DURAiLod--g&desktop_uri=%2Fwatch%3Fv%3DDURAiLod--g
- CIFA - Universidad de los Andes (2000). *Cerros de Bogotá*. Bogotá: Villegas Editores.
- Cornell Way, E. (1991). *Knowledge Representation and Metaphor*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Curtis. W. (1996). *Modern Architecture Since 1900* (3ra. ed.). New York: Phaidon.
- DesCamp, M. T. (2007). *Metaphor and Ideology*. Boston: Brill.
- Eisenman, P. (1994). *Cities of Artificial Excavation: The Work of Peter Eisenman, 1978-1988*. New York: Rizzoli International.
- Frampton, K. (2006). Materia, medida y memoria en la obra de Rogelio Salmona (pp. 15-17, trans. Sally Station). *Rogelio Salmona: espacios abiertos/espacios colectivos*. Bogotá: Panamericana.
- Frascari, M. (1989). The Sphere and the Labyrinth: Book Review. *JAE*, 42, 39-41.
- Fundación Rogelio Salmona (2013). Recuperado de: <http://www.fundacionrogeliosalmona.org/ro-gelio-salmona>.
- Gadamer, H-G (1993). *Verdad y Método*. Salamanca: Ediciones Sígueme.
- Gadamer, H-G. (2004). *Truth and Method*. London, New York: Continuum.
- Havik, K. (2016). *Leer y escribir la arquitectura: un viaje literario a travesés de la ciudad*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Heidegger, M. (1997). Building, Dwelling, Thinking (extracts). *Rethinking Architecture: a Reader in Cultural Theory* (pp. 100-109). New York: Routledge.
- Heidegger, M. (1977). *Martin Heidegger: Basic Writings*. New York: Harper.
- Hensel, M., Menges, A. y Weinstock, M. (2006). Towards self-organizational and multiple-performance
- CCA Channel (2013b). *Peter Eisenman in conversation with Greg Lynn*. <http://m.youtube.com/watch?v=DURAiLod--g&deskto...>
- CIFA - Universidad de los Andes (2000). *Cerros de Bogotá*. Bogotá: Villegas Editores.
- Cornell Way, E. (1991). *Knowledge Representation and Metaphor*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Curtis. W. (1996). *Modern Architecture Since 1900* (3ra. ed.). New York: Phaidon.
- DesCamp, M. T. (2007). *Metaphor and Ideology*. Boston: Brill.
- Eisenman, P. (1994). *Cities of Artificial Excavation: The Work of Peter Eisenman, 1978-1988*. New York: Rizzoli International.
- Frampton, K. (2006). Materia, medida y memoria en la obra de Rogelio Salmona (pp. 15-17, trans. Sally Station). *Rogelio Salmona: espacios abiertos/espacios colectivos*. Bogotá: Panamericana.
- Frascari, M. (1989). The Sphere and the Labyrinth: Book Review. *JAE*, 42, 39-41.
- Fundación Rogelio Salmona (2013). Available at: <http://www.fundacionrogeliosalmona.org/roge...>
- Gadamer, H-G. (2004). *Truth and Method*. London, New York: Continuum.
- Gadamer, H-G (1993). *Verdad y Método*. Salamanca: Ediciones Sígueme.
- Havik, K. (2016). *Leer y escribir la arquitectura: un viaje literario a travesés de la ciudad*. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Heidegger, M. (1997). Building, Dwelling, Thinking (extracts). *Rethinking Architecture: a Reader in Cultural Theory* (pp. 100-109). New York: Routledge.
- Heidegger, M. (1977). *Martin Heidegger: Basic Writings*. New York: Harper.
- Hensel, M., Menges, A. y Weinstock, M. (2006). Towards self-organizational and multiple-performance

- capacity in architecture. *Archit Design*, 76: 5-11. doi: 10.1002/ad.234
- Holl, S. (2007-c1994). Questions of Perception—Architecture of the Seven Senses, in *Questions of Perception* (pp.323-358). San Francisco: William Stout Books.
- Itoh, T. (1965). *Space and Illusion in the Japanese Garden*. New York: John Weatherhill, Inc.
- Karvouni, M. (1999). *Demas: The Human Body as a Tectonic Construct. Chora Three* (pp. 103-124). Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Koolhaas, R. (1994). *Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan*. Rotterdam: The Netherlands Uitgeverij o10 Publishers.
- Lang, P. y Menking, W. (2003). *Superstudio: life without objects*. Milan: Skira.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
- Landrum, L. (2016) “Chōra before Plato: Architecture, Drama and Receptivity,” in *Chora 7: Intervals in the Philosophy of Architecture*, ed. Alberto Pérez-Gómez and Stephen Parcell (pp. 323-358). Montreal and Kingston: McGill-Queen's University Press.
- Leatherbarrow, David. (1993) *The Roots of Architectural Invention: Site, Enclosures, Materials*. New York: Cambridge University Press.
- Le Corbusier. (2007). *Toward a New Architecture*. Los Angeles: The Getty Center.
- MacFarquhar, L. (2018). The Mind-Expanding Ideas of Andy Clark. *The New Yorker* (April 02, 2018). Recuperado de: <https://www.newyorker.com/magazine/2018/04/02/the-mind-expanding-ideas-of-andy-clark>
- McAllester, J. M. (1991). *Gaston Bachelard, Subversive Humanist: Texts and Readings*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Malpas, J. (1999). *Place and Experience: a Philosophical Topography*. London: Cambridge University Press.
- capacity in architecture. *Archit Design*, 76: 5-11. doi: 10.1002/ad.234
- Holl, S. (2007-c1994). Questions of Perception—Architecture of the Seven Senses, in *Questions of Perception* (pp.323-358). San Francisco: William Stout Books.
- Itoh, T. (1965). *Space and Illusion in the Japanese Garden*. New York: John Weatherhill, Inc.
- Karvouni, M. (1999). *Demas: The Human Body as a Tectonic Construct. Chora Three* (pp. 103-124). Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Koolhaas, R. (1994). *Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan*. Rotterdam: The Netherlands Uitgeverij o10 Publishers.
- Lang, P. y Menking, W. (2003). *Superstudio: life without objects*. Milan: Skira.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
- Landrum, L. (2016) “Chōra before Plato: Architecture, Drama and Receptivity,” in *Chora 7: Intervals in the Philosophy of Architecture*, ed. Alberto Pérez-Gómez and Stephen Parcell (pp. 323-358). Montreal and Kingston: McGill-Queen's University Press.
- Leatherbarrow, David. (1993) *The Roots of Architectural Invention: Site, Enclosures, Materials*. New York: Cambridge University Press.
- Le Corbusier (2007). *Toward a New Architecture*. Los Angeles: The Getty Center.
- MacFarquhar, L. (2018) The Mind-Expanding Ideas of Andy Clark. *The New Yorker* (April 02, 2018). Available at: <https://www.newyorker.com/magazine/2018/04/02/the-mind-expanding-ideas-of-andy-clark>
- McAllester, J. M. (1991). *Gaston Bachelard, Subversive Humanist: Texts and Readings*. Madison: University of Wisconsin Press.
- Malpas, J. (1999). *Place and Experience: a Philosophical Topography*. London: Cambridge University Press.

- Merleau-Ponty, M. (2004). *The World of Perception*. New York: Routledge.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *The Phenomenology of Perception*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Naranjo, C. (2007). Strata: Poetic evidence of ethical stances in the work of Rogelio Salmona. Ponencia en el Congreso: Reconciling Poetics and Ethics in Architecture, CCA & McGill School of Architecture: History and Theory Program, Montreal, Canada, septiembre 13-15, 2007. Recuperado de: <http://www.arch.mcgill.ca/theory/conference/abstracts.html>
- Pallasmaa, Juhani. (2005) *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. West Sussex: Wiley-Academy.
- Pallasmaa, J. (2011) *The Embodied Image, and Imagery in Architecture*, London: Willey.
- Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa: sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Patkai, B. y Torvinen, S. J. (2004). *An Agentbased Modelling Methodology for the Investigation of Complex Adaptive Production Networks*. Viena: Computational Cybernetics. Second IEEE International Conference.
- Pérez-Gómez, A. (1998). Dwelling on Heidegger: Architecture as Mimetic Technopoiesis. *History and Theory Graduate Studio McGill School of Architecture 1997-1998*. Montreal: MP Photo Limited.
- Pérez-Gómez, A. (2006). *Built upon Love: Architectural Longing after Ethics and Poetics*. Cambridge Mass.: The MIT Press.
- Pérez-Gómez, A. (2016). *Attunement: Architectural Meaning After the Crisis of Modern Science*. Cambridge Mass: The MIT Press.
- Pinker, S. (2007). *The Stuff of Thought: Language As a Window Into Human Nature*. New York: Pinguin.
- Risselada, M. y Colomina B. (1988). *Raumplan Versus Plan Libre: Adolf Loos and Le Corbusier, 1919-1930*. New York: Rizzoli.
- Roochnik, D. (1996). *Of Art and Wisdom: Plato's Understanding of Techne*. University Park, Pa: The Pennsylvania State University Press.
- Merleau-Ponty, M. (2004). *The World of Perception*. New York: Routledge.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *The Phenomenology of Perception*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Naranjo, C. (2007). Strata: Poetic evidence of ethical stances in the work of Rogelio Salmona. Lecture in the conference: Reconciling Poetics and Ethics in Architecture, CCA & McGill School of Architecture: History and Theory Program, Montreal, Canada, septiembre 13-15, 2007. Available at: <http://www.arch.mcgill.ca/theory/conference/abstracts.html>
- Pallasmaa, Juhani. (2005) *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. West Sussex: Wiley-Academy.
- Pallasmaa, J. (2011) *The Embodied Image, and Imagery in Architecture*, London: Willey.
- Pallasmaa, J. (2009) *The Thinking Hand: Existential and Embodied Wisdom in Architecture*. London: Wiley.
- Patkai, B. y Torvinen, S. J. (2004). *An agentbased modelling methodology for the investigation of complex adaptive production networks*. Viena: Computational Cybernetics. Second IEEE International Conference.
- Pérez-Gómez, A. (1998). Dwelling on Heidegger: Architecture as Mimetic Technopoiesis. *History and Theory Graduate Studio McGill School of Architecture 1997-1998*. Montreal: MP Photo Limited.
- Pérez-Gómez, A. (2006). *Built upon Love: Architectural Longing after Ethics and Poetics*. Cambridge Mass.: The MIT Press.
- Pérez-Gómez, A. (2016). *Attunement: Architectural Meaning After the Crisis of Modern Science*. Cambridge Mass: The MIT Press.
- Pinker, S. (2007). *The Stuff of Thought: Language As a Window Into Human Nature*. New York: Pinguin.
- Risselada, M. y Colomina B. (1988). *Raumplan Versus Plan Libre: Adolf Loos and Le Corbusier, 1919-1930*. New York: Rizzoli.
- Roochnik, D. (1996). *Of Art and Wisdom: Plato's Understanding of Techne*. University Park, Pa: The Pennsylvania State University Press.

- Rowe, C. (1947). *The Mathematics of the Ideal Villa: Palladio and Le Corbusier Compared*. Recuperado de: <http://www.architectural-review.com/archive/1947-march-the-mathematics-of-the-ideal-villa-palladio-and-le-corbusier-compared-by-colin-rowe/8604100.article>
- Rueda, C. (2002). The Making of Place, in the Realm of Imagined Realities. *The P R Book*, Montreal: Mcgill University.
- Rueda, C. (2007). An Experiential Tale of Two Buildings by Rogelio Salmona. Ponencia en el Congreso: Reconciling Poetics and Ethics in Architecture, CCA y Mcgill School of Architecture: History and Theory Program, Montreal, Canadá, septiembre 13-15. Recuperado de: <http://www.arch.mcgill.ca/theory/conference/abstracts.html>
- Rueda, C. (2009a). *Place-making as poetic world re-creation: an experiential tale of Rogelio Salmona's places of obliqueness and desire*. (A thesis of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy). Montreal: McGill e-thesis. Recuperado de: http://digitoool.library.mcgill.ca/R/?func=dbin-jump-full&object_id=32369&local_base=GEN01-MCG02
- Rueda, C. (2009b). En un lugar oblicuo para el deseo: Paralelos barrocos y teoría de una vivencia. Ponencia: "Del barroco al neobarroco: barroquismos y baroqueces en el mundo hispano-transatlántico", McGill University, viernes 8 de mayo de 2009. The Hispanic Baroque, Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SCHRCC). Recuperado de: http://baroque-identities.mcgill.ca/Congrad/Rueda_pon.pdf
- Rueda, C. I. (2012). Cuestiones de método: metáfora y metamorfosis en la conciencia material. Ponencia presentada en el Seminario Enseñanza de la Arquitectura: panorama nacional e Internacional. ACFA. Cartagena, Marzo 16-17, 2012. Recuperado de: http://www.sociedadcolombianaearquitectos.org/site/images/seminario_2012/programa_seminario_2012.pdf
- Rueda, C. I. (2013). Un lugar de oblicuo modernismo; teoría de una syndesis barroca Edificio "Rogelio Salmona". Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. En *Modernismos syndéticos/Syndetic Modernisms Cultural Hibridity in Modern Architecture* (pp. 123-159). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Rowe, C. (1947). *The Mathematics of the Ideal Villa: Palladio and Le Corbusier Compared*. Available at: <http://www.architectural-review.com/archive/1947-march-the-mathematics-of-the-ideal-villa-palladio-and-le-corbusier-compared-by-colin-rowe/8604100.article>
- Rueda, C. (2002). The Making of Place, in the Realm of Imagined Realities. *The P R Book*, Montreal: Mcgill University.
- Rueda, C. (2007). An Experiential Tale of Two Buildings by Rogelio Salmona. Ponencia en el Congreso: Reconciling Poetics and Ethics in Architecture, CCA y Mcgill School of Architecture: History and Theory Program, Montreal, Canadá, septiembre 13-15. Available at: <http://www.arch.mcgill.ca/theory/conference/abstracts.html>
- Rueda, C. (2009a). *Place-making as poetic world re-creation: an experiential tale of Rogelio Salmona's places of obliqueness and desire*. (A thesis of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy). Montreal: McGill e-thesis. Available at: http://digitoool.library.mcgill.ca/R/?func=dbin-jump-full&object_id=32369&local_base=GEN01-MCG02
- Rueda, C. (2009b). En un lugar oblicuo para el deseo: Paralelos barrocos y teoría de una vivencia. Lacture: "Del barroco al neobarroco: barroquismos y baroqueces en el mundo hispano-transatlántico", McGill University, May, 2009. The Hispanic Baroque, Social Sciences and Humanities Research Council of Canada (SCHRCC). Available at: http://baroque-identities.mcgill.ca/Congrad/Rueda_pon.pdf
- Rueda, C.I. (2012). Cuestiones de método: metáfora y metamorfosis en la conciencia material. Lecture, in the Seminario Enseñanza de la Arquitectura: panorama nacional e Internacional. ACFA. Cartagena, Marzo 16-17, 2012. Available at: http://www.sociedadcolombianaearquitectos.org/site/images/seminario_2012/programa_seminario_2012.pdf
- Rueda, C.I. (2013). Un lugar de oblicuo modernismo; teoría de una syndesis barroca Edificio "Rogelio Salmona". Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. En *Modernismos syndéticos/Syndetic Modernisms Cultural Hibridity in Modern Architecture* (pp. 123-159). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

- Rueda C. I. (2014). Cuestiones de método creativo. Metamorfosis y conciencia material en los procesos creativos en arquitectura. *Revista de Arquitectura*, 16, 58-67. Doi: 10.41718/RevArq.2014.16.1.7
- Rueda C. I. (2015). El lugar como un mundo de experiencia: un excuso fenomenológico. En *Escrito en Montréal: textos en, y sobre, lugar*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Rueda C. I. (2016). Re-creación e historicidad en el cedazo de la modernidad: ls Casa de Huéspedes Ilustres de Rogelio Salmona. *Revista nodo*, 11(21),8-20.
- Rueda C. I. (2018). Experiencia aumentada por “instrucción del autor”: la Capilla Bruder Klaus de Peter Zumthor. En *Síndesis III: arquitectura, lugar y paisaje* (pp. 59-90). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Salmona R. (2000). Una experiencia Arquitectónica. Charla en McGill University, transcrita como apéndice de Ricardo L. Castro, Syncretism, Wonder Memory, En *Transculturation: Cities, Spaces* (Amsterdam: Rodopi, 2005, pp. 155-163)
- Salmona, R. (2006). Textos de Rogelio Salmona. *Rogelio Salmona: Espacios Abiertos/Espacios Colectivos* (pp. 84-95). Bogotá: Panamericana.
- Salmona, R. (2007) En Claudia Arcila, *Triptico Rojo: Conversaciones con Rogelio Salmona* (Bogotá: Taurus, Alfaguara S.A.)
- Sartre, J-P. (2004). *The Imaginary*. New York: Routledge.
- Scarry, E. (1999). *Dreaming by the Book*. New York: Farrar, Straus & Giroux.
- Snell, B. (1982). *The Discovery of the Mind: in Greek Philosophers and Literature*. New York: Dover Publications Inc.
- Sennett, R. (2008). *The craftsman*. New Haven and London: Yale University Press.
- Spiller, N. (2013). Grasping for the Fifth Dimension. *Drawing Architecture AD*, 83, 14-19.
- Spiller, N. (2010). Digital Solipsism and the Paradox of the Great ‘Forgetting’. *Architectural Design*, 80, 130-134. doi: 10.1002/ad.1117.
- Rueda C.I. (2014). Cuestiones de Método Creativo. Metamorfosis y conciencia material en los procesos creativos en arquitectura. *Revista de Arquitectura*, 16, 58-67. Doi: 10.41718/RevArq.2014.16.1.7
- Rueda C.I. (2015). El lugar como un mundo de experiencia: un excuso fenomenológico. In *Written in Montreal: Texts in, and about*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Rueda C.I. (2016). Re-creación e historicidad en el cedazo de la modernidad: Casa de Huéspedes Ilustres de Rogelio Salmona. *Revista nodo*, 11(21),8-20.
- Rueda C.I. (2018). Experiencia aumentada por “instrucción del autor”: la Capilla Bruder Klaus de Peter Zumthor. In *Syndesis III: Arquitectur, Place Landscape* (pp. 59-90). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Salmona R. (2000) Una experiencia Arquitectónica. Charla en McGill University, transcrita como apéndice de Ricardo L. Castro, Syncretism, Wonder Memory, En *Transculturation: Cities, Spaces* (Amsterdam: Rodopi, 2005, pp. 155-163)
- Salmona, R. (2006). Textos de Rogelio Salmona. *Rogelio Salmona: Espacios Abiertos/Espacios Colectivos* (pp. 84-95). Bogotá: Panamericana.
- Salmona, R. (2007) In Claudia Arcila, *Triptico Rojo: Conversaciones con Rogelio Salmona* (Bogotá: Taurus, Alfaguara S.A.)
- Sartre, J-P. (2004). *The Imaginary*. New York: Routledge.
- Scarry, E. (1999). *Dreaming by the Book*. New York: Farrar, Straus & Giroux.
- Snell, B. (1982). *The Discovery of the Mind: in Greek Philosophers and Literature*. New York: Dover Publications Inc.
- Sennett, R. (2008). *The craftsman*. New Haven and London: Yale University Press.
- Spiller, N. (2013). Grasping for the Fifth Dimension. *Drawing Architecture AD*, 83, 14-19.
- Spiller, N. (2010). Digital Solipsism and the Paradox of the Great ‘Forgetting’. *Architectural Design*, 80, 130-134. doi: 10.1002/ad.1117.

- Tafuri, M. (1987). *The Sphere and the Labyrinth: Avant-Gardes and Architecture from Piranesi to the 1970's*. Cambridge: The MIT Press.
- Téllez, G. (2006). *Rogelio Salmoña: Obra Completa 1959/2005*. Bogotá: Escala.
- Tschumi, B. (2004). *Event Cities 3 Concept vs. Context vs. Content*. Cambridge: The MIT press.
- Valéry, P. (1958). Remarks on Poetry. *The Art of Poetry* (trans. Denise Folliot). New York: Pantheon Books.
- Van Schaik, V. y Macel, O. (2005). *Exit Utopia: Architectural Provocations*. New York: Prestel.
- Vernant J. P. (2006). *Myth and Thought among the Greeks* (pp. 157-196). Cambridge: The MIT Press.
- Woods, L. (March 2011). *Spiller's World*. Recuperado de: <http://lebbeuswoods.wordpress.com/2011/03/19/spillers-world/>
- Yourcenar, M. (1984). *The Dark Brain of Piranesi and Other Essays*. New York: Farrar. Straus Giroux.
- Yourcenar, M. (1999). Introduction. *Piranèse: Les Prisons. By Giovanni Battista Piranesi*. Paris: L'insulaire.
- Tafuri, M. (1987). *The Sphere and the Labyrinth: Avant-Gardes and Architecture from Piranesi to the 1970's*. Cambridge: The MIT Press.
- Téllez, G. (2006). *Rogelio Salmoña: Obra Completa 1959/2005*. Bogotá: Escala.
- Tschumi, B. (2004). *Event Cities 3 Concept vs. Context vs. Content*. Cambridge: The MIT press.
- Valéry, P. (1958). Remarks on Poetry. *The Art of Poetry* (trans. Denise Folliot). New York: Pantheon Books.
- Van Schaik, V. y Macel, O. (2005). *Exit Utopia: Architectural Provocations*. New York: Prestel.
- Vernant J. P. (2006). *Myth and Thought among the Greeks* (pp. 157-196). Cambridge: The MIT Press.
- Woods, L. (March 2011). *Spiller's World*. Available at: <http://lebbeuswoods.wordpress.com/2011/03/19/spillers-world/>
- Yourcenar, M. (1984). *The Dark Brain of Piranesi and Other Essays*. New York: Farrar. Straus Giroux.
- Yourcenar, M. (1999). Introduction. *Piranèse: Les Prisons. By Giovanni Battista Piranesi*. Paris: L'insulaire.
- Carlos Iván Rueda Plata.
Arquitecto de la Universidad de los Andes, 1989. Maestría en Vivienda (MArch. II, 2001) y Doctorado (PhD, 2009) en Teoría e Historia de la Universidad de McGill. Ha sido profesor de la Universidad de Manitoba, de la Universidad de McGill, de la Universidad Piloto, de la Universidad Nacional de Colombia, de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, de la Universidad de Los Andes y de la Universidad Javeriana. Actualmente se desempeña como Director del Departamento de Arquitectura de la Universidad de Manitoba y es docente investigador de la Universidad Piloto de Colombia dónde actúa como editor de la serie de publicaciones Sendas de la Modernidad y Syndesis: Arquitectura, Lugar, Paisaje. Su tesis doctoral Place-Making as World Re-Creation fue reconocida con el ARCC King Medal (2009). Su investigación en teoría de la arquitectura se ubica en el cruce disciplinario entre la arquitectura, la teoría cognitiva y la literatura. A través de estos puentes o cruces Carlos Rueda explora ideas relativas a la imaginación y actividad creativa, con énfasis en los procesos generativos del proyecto en arquitectura y la creación de lugar.

» ACTOS DE SIMBIOSIS

UN ANÁLISIS LITERARIO DE LA OBRA DE

ROGELIO SALMONA Y ALVAR AALTO

ACTS OF SYMBIOSIS «

A LITERARY ANALYSIS OF THE WORK OF

ROGELIO SALMONA AND ALVAR AALTO

■ INTRODUCCIÓN

Al presentar una doble lectura de espacios arquitectónicos, este artículo tiene como objetivo comparar obras de los arquitectos Alvar Aalto y Rogelio Salmona e identificar algunos temas que comparten en sus enfoques arquitectónicos. El uso de la descripción literaria como forma de investigación arquitectónica, demuestra que el uso de la escritura en el análisis arquitectónico puede hacer surgir a la superficie algunos de los aspectos más efímeros de la arquitectura —como son la percepción encarnada, la memoria y el uso—, aspectos que contribuyen al significado mismo de la arquitectura pero que son difíciles de describir en términos puramente factuales.

El artículo abordará dos proyectos de cada arquitecto mediante descripciones experienciales basadas en mis repetidas visitas a estos edificios a lo largo de las últimas dos décadas. Dichos proyectos incluyen el *Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán* y la *Biblioteca Virgilio Barco*, en Bogotá, Colombia (Rogelio Salmona, 2001), y la *Universidad Politécnica de Helsinki* y la *Biblioteca Municipal de Viipuri*, de Alvar Aalto. Las descripciones comparativas mostrarán que las resonancias entre las obras de estos arquitectos van más allá de su similar utilización del ladrillo y sus preferencias por ciertas geometrías, sino que refieren al humanismo que yace en los fundamentos de su ejercicio arquitectónico; un interés humano traducido a forma, materialidad y luz.

El arquitecto colombiano, Rogelio Salmona, había trabajado en Europa con Le Corbusier y de joven conoció a Alvar Aalto en los años de posguerra. A primera vista, sus impresionantes edificios en Bogotá, Colombia, construidos entre finales de los años 1960 y principios del siglo XXI, transmiten ecos de algunas de las características de la arquitectura de Aalto que parecen haber sido adaptadas al clima y paisaje colombianos con naturalidad. Los muros en ladrillo y las texturas casi tejidas que a veces permiten al sonido y a la luz circular entre los espacios —tan presentes en muchos de los trabajos de Salmona—, proyectan una fuerte resonancia con la exploración de Aalto con el ladrillo, como lo es su casa experimental en Muuratsalo, Finlandia. Así mismo, los auditorios en forma de abanico y los tragaluces circulares de los

■ INTRODUCTION

Presenting a double reading of architectural spaces, this article aims to bring together works of the architects Alvar Aalto and Rogelio Salmona and identify some shared themes in their architectural approaches. While using literary description as a mode of architectural investigation, it shows how the use of writing in architectural analysis can bring to the surface some of the more ephemeral aspects of architecture, such as embodied perception, memory and use - aspects that contribute to the very meaning of architecture but that are hard to describe in purely factual terms.

By experiential descriptions, the article will give an account of two projects of each architect, based on my own repeated visits to these buildings over the past two decades. The projects include *Centro Gaitán* in Bogotá, the *Virgilio Barco Library* in Bogotá, Colombia (Rogelio Salmona, 2001), *Helsinki University of Technology* and the *Viipuri City Library* of Alvar Aalto. The comparative descriptions will show that the resonances between the work of both architects goes beyond their similar use of brick and their preferences for certain geometries, but rather concern the humanism that lay at the basis of both their architectural practices, a human interest translated into form, materiality and light.

The Colombian architect Rogelio Salmona had worked in Europe with Le Corbusier and, as a young architect, had met Alvar Aalto in the post-war years. A first glance of his impressive brick buildings in Bogotá, Colombia, built between the late 1960's and the early years of the 21st century, evokes a reverberance of some of the architectural features of Aalto's architecture, which seem to have adapted to the Colombian climate and landscape in a natural way. The brick walls, along with almost woven textures that at times allow sound and light to move between spaces, so present in many of Salmona's works, project a strong resonance with Aalto's brick explorations such as in his experimental house in Muuratsalo, Finland, while the fan-shaped auditoriums and the circular roof-lights of Salmona's public buildings indeed remind of Aalto's most prominent institutional works. Despite having operated their

edificios públicos de Salmona evocan los más destacados trabajos institucionales de Aalto. Analizaré dos proyectos de cada arquitecto con base en mis numerosas visitas a estos edificios a lo largo de las dos últimas décadas. Los proyectos incluyen el Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán y la Biblioteca Virgilio Barco de Rogelio Salmona, en Bogotá, y la Universidad Politécnica de Helsinki y la Biblioteca Municipal de Viipuri, de Alvar Aalto.

Durante el verano de 2003, con motivo de haber sido galardonado con la prestigiosa Medalla Alvar Aalto, el arquitecto colombiano Rogelio Salmona presentó una conferencia en el Simposio Alvar Aalto, en Jyväskylä, Finlandia. En ella abogó por una arquitectura que “debe establecer una relación simbiótica entre sus necesidades existenciales, culturales, geográficas e históricas” (Salmona, 2004, p. 17). Especialmente, ante los enormes problemas sociales de guerra y pobreza que han sacudido a Colombia durante las últimas décadas, la responsabilidad de la arquitectura de infundir significado a la vida cotidiana de las personas se convierte en una “absoluta necesidad”. Como asistente a dicha conferencia, me impresionó particularmente su fuerte convicción de que la arquitectura, al ser “la más útil de las profesiones y la más humana de las artes” (p. 17), tiene la tarea de proveer entornos que aporten sentido a las vidas de las personas, incluso bajo las más severas condiciones. De repente, el diseño de detalles arquitectónicos, la selección de materiales y el trabajo de iluminación dejaban de ser tan solo exploraciones artísticas, y pasaban a ser contribuciones reales e importantes a una apreciación significativa de la vida, pese a todo lo demás. Y entendí que los ecos que existen entre las obras de ambos arquitectos iban más allá de su similitud en el uso del ladrillo y sus preferencias por determinadas geometrías: se basan en el humanismo que fundamentaba su ejercicio arquitectónico, un interés humano traducido a forma, materialidad y luz.

Aunque sumidos en discusiones modernas y atentos a la vanguardia del momento —Aalto como figura internacional en ascenso, por su contribución a la Exposición Universal de Nueva York en 1930; Salmona, como aprendiz de Le Corbusier en los años 1950 y ya una figura clave en la escena arquitectónica de Colombia durante los sesenta—, ambos arquitectos buscaban establecer una profunda relación con sus respectivas geografías, climas y tradiciones locales. Salmona, en aquella conferencia, consideraba la arquitectura como una responsabilidad social; Aalto,

practice in very different cultural, geographical and climatological conditions in Finland and Colombia, the approaches of Aalto and Salmona in regard to the experiential, material and social aspects of architecture seem rather similar. I will give an account of two projects of each architect, based on my own repeated visits to these buildings over the past two decades. The projects include *Centro Gaitán* and the *Virgilio Barco Library* in Bogotá by Rogelio Salmona and the *Helsinki University of Technology* and the *Viipuri City Library* of Alvar Aalto.

In Summer 2003, on the occasion of being awarded the prestigious Alvar Aalto Medal, the Colombian architect Rogelio Salmona presented a lecture at the Aalto symposium in Jyväskylä, Finland. His was a plea for an architecture that “must establish a symbiotic relationship between its existential, cultural, geographic and historic needs” (Salmona, 2004, p. 17). Especially facing the large societal problems of war and poverty that have been challenged Colombia in the past decades, the responsibility of architecture to provide meaning to the everyday life of people becomes all an “absolute necessity”. As one of the attendants of the lecture at the time, I was particularly struck by the strong conviction that architecture as “the most useful of trades and the most humane of arts” (p. 17), has the task of providing a meaningful environment for people’s lives, even in severe conditions. Suddenly, the design of architectural details, the choice of materiality, and the working with light were not just artistic explorations but real and important contributions to a meaningful appreciation of life, despite everything else. And I understood that the resonances between the work of both architects went beyond their similar use of brick and their preferences for certain geometries: it was the humanism that formed the basis of both their architectural practices, a human interest translated into form, materiality and light.

While being embedded in modern discussions and aware of the avant-garde of their time - Aalto as a rising international figure with his contributions to the world fair in New York in 1930, Salmona as apprentice of Le Corbusier in the 1950's, and in Colombia in the 1960's, a key figure in the architectural scene— both architects sought a deep relationship with their local geography, climate and traditions. Salmona, in his before-mentioned lecture, regarded architecture as a social responsibility; Aalto similarly considered architecture a service providing qualitative space to

de modo similar, la consideraba un servicio que brindaba espacios de calidad a los residentes. El arquitecto finlandés, Kristian Gullichsen (1998) —quien, como hijo de los clientes de Aalto para la Villa Mairea, creció rodeado de su arquitectura— afirmaba que la empatía estaba presente en el trabajo de Aalto de múltiples maneras: “un énfasis en el confort físico y sicológico de los ocupantes, la ambición de equilibrar lo abstracto con motivos familiares y una sensibilidad táctil ante los materiales y las texturas” (p. 10).

Si bien los enfoques de Salmona y Aalto tienen muchos aspectos en común y la Medalla Alvar Aalto atestigua un reconocimiento de la relación entre los dos arquitectos, al menos por parte del jurado finlandés,¹ los vínculos entre sus obras nunca han sido estudiados a fondo —al menos no he encontrado artículos académicos sobre su mutua influencia—.² Curiosamente, incluso en los escritos del importante historiador de la arquitectura, Kenneth Frampton, quien conocía bien la obra de ambos arquitectos, no se mencionan las resonancias entre sus obras. En el artículo de Frampton sobre el legado de Aalto, no se menciona a Salmona en absoluto (1998, pp. 118-140). Así mismo, en su posterior artículo sobre la obra de Salmona, Aalto está ausente (2008). Con la presente contribución, identificaré algunos de los denominadores comunes, los cuales van más allá de una simple similitud entre sus lenguajes formales y materiales, y llevaré esto a cabo combinando el análisis arquitectónico con la escritura literaria.

■ LA DESCRIPCIÓN LITERARIA COMPARATIVA COMO MODO DE INVESTIGACIÓN ARQUITECTÓNICA

En su conferencia en el Simposio Alvar Aalto, dada en el auditorio de la Universidad de Jyväskylä, a su vez diseñado por Aalto, Rogelio Salmona habló sobre la relación simbiótica entre la arquitectura y su entorno existencial, cultural y geográfico. También mencionó

residents. As Finnish architect Kristian Gullichsen (1998) (who, as son of Aalto's clients for Villa Mairea, grew up in the midst of Aalto's architecture) stated, empathy was at stake in Aalto's work in multiple ways: “an emphasis on the physical and psycho-logical comfort of the occupants, the ambition to balance the abstract with familiar motifs, and a tactile sensitivity for materials and textures” (p. 10).

While the approaches of Salmona and Aalto have many aspects in common, and the acknowledgement of the Aalto medal witnesses a recognition of the familiarity between the architects at least from the side of the Finnish jury,¹ the links between their work have never been thoroughly studied—at least I have not found any scholarly articles about their mutual influence.² Strangely enough, even in the writing of key architectural historian Kenneth Frampton who knew the work of both architects, the resonances between their works was not mentioned. In Frampton's article about the legacy of Aalto, Salmona is not mentioned at all, (1998, pp. 118-140) while in his later article about the work of Salmona, Aalto was absent as well (2008). With this contribution, I will identify some of their common threads, which go beyond the mere similarity of their formal and material language and will do so by merging architectural analysis and literary writing.

■ COMPARATIVE LITERARY DESCRIPTION AS A MODE OF ARCHITECTURAL INVESTIGATION

In his address at the Aalto Symposium, held in Jyväskylä's university auditorium designed by Alvar Aalto, Rogelio Salmona spoke about the symbiotic relationship between architecture and its existential, cultural and geographical environment. He pondered as well a number of more concrete symbioses that he as architect tried to address: architecture-landscape, silhouettes-transparencies, stone – water, the rain- the sun...” (Frampton, 2008, p. 20).

¹ El jurado de la Medalla Alvar Aalto 2003 estuvo conformado por Kristian Gullichsen, Harri Hautajärvi, Aimo Murtomäki, Pekka Pakkala, Peter Zumthor, y Louisa Hutton.

² En la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Los Andes, en Bogotá, los estudiantes han reflexionado sobre la relación entre los dos arquitectos.

¹ The jury of the Alvar Aalto Medal 2003 consisted of Kristian Gullichsen, Harri Hautajärvi, Aimo Murtomäki, Pekka Pakkala, Peter Zumthor, and Louisa Hutton.

² At the Universidad Nacional de Colombia, Bogotá and Universidad de Los Andes in Bogotá, students have reflected on the relationship between the two architects.

otras simbiosis más concretas que él, como arquitecto, había intentado abordar: “arquitectura-paisaje, siluetas-transparencias, piedra-agua, lluvia-sol...” (Frampton, 2008, p. 20). Estas parejas de nociones, relacionadas con la percepción de la arquitectura y a veces con temporalidades específicas de la experiencia (lluvia-sol, por ejemplo), diferentes entre sí, pero en relación la una con la otra, son difíciles de expresar en términos analíticos convencionales. Como he planteado anteriormente en otro escrito, las herramientas tradicionales de la investigación arquitectónica, que con frecuencia anteponen el pensamiento racional y formal, no abordan las ambigüedades fundamentales de la arquitectura, como son las nociones aparentemente opuestas de sujeto-objeto, autor-lector y realidad-imaginación; campos de tensión relacionados con las preguntas en torno a cómo se experiencia, se usa y se imagina la arquitectura.³ Al desarrollar una forma de escritura literaria como modo de investigación arquitectónica se pueden tratar dichas ambigüedades. La escritura literaria, casi por definición, se ocupa de la experiencia subjetiva y puede darle identidad a los objetos; experimenta con la interacción entre el escritor que empieza un relato y el lector que lo coproduce; equilibra una determinada realidad con la imaginación de otras posibles situaciones. Por lo tanto, en esta investigación de las obras de dos arquitectos que buscaban ofrecer, a través de sus edificaciones, una percepción más intensa de los lugares y una simbiosis activa entre diferentes fenómenos, utilizaré el lenguaje literario para subrayar aspectos como la percepción encarnada, la memoria y la práctica espacial cotidiana.

Describiré dos pares de proyectos de Aalto y Salmoda desde una perspectiva experiencial, a partir de mi recuerdo personal de repetidas visitas a estas edificaciones. En primer lugar, plantearé el papel que desempeña el tiempo en la experiencia arquitectónica de la Biblioteca Municipal de Viipuri, Rusia, de Aalto, y del Centro Cultural Gaitán de Salmoda, en Bogotá. Ambas construcciones se hallaban prácticamente en ruinas cuando los visité. Después de describir la experiencia encarnada de estas obras, pasaré al segundo par de proyectos: el edificio principal de la Universidad Politécnica de Helsinki, de Aalto, y la Biblioteca Virgilio Barco de Salmoda, de nuevo,

Such pairs of notions, related to the perception of architecture, and sometimes to specific temporalities of experience (the rain-the sun, for instance) different but in relation to one another and are hard to express in conventional analytical terms. As I argued earlier⁹, the traditional tools of architectural research, often foregrounding rational and formal modes of thinking, fail to address the fundamental ambiguities of architecture, such as the seemingly opposite notions subject-object, author-reader and reality-imagination; fields of tension which relate to the questions of how architecture is experienced, used and imagined. By developing a literary way of writing as a mode of architectural investigation, such ambiguities can be addressed. Literary writing deals almost by definition with subjective experience and may give objects identity; it experiments with the interactivity between the writer who initiates a story and the reader who co-produces it; it balances between a given reality and the imagination of other possible situations. Therefore, in this investigation of the work of two architects who sought to offer through their buildings a heightened perception of places and an active symbiosis between different phenomena, I will seek to use literary language to highlight aspects of embodied perception, memory and everyday spatial practice.

Two pairs of projects of Aalto and Salmoda will be described from an experiential perspective, from my personal recollection of repeated visits to the buildings. First, I will discuss the role of time in the architectural experience of the Aalto's City Library in Viipuri, Russia, and Salmoda's Centro Gaitán in Bogotá. Both buildings were in a state of ruin at the time of my visits. Having considered the embodied experience of these works, I will move to the second set of projects: the main building of Helsinki University of Technology by Aalto and the Virgilio Barco library by Salmoda, again in Bogotá. From these projects, the social dimension of their works will be highlighted, and I will discuss the role of craftsmanship in their works. Finally, the interrelationship between the social and the experiential will come to the fore, and it will lead us

³ Para una discusión más amplia sobre este tema, véase Havik, K. (2014).

Bogotá. Destacaré la dimensión social de dichos proyectos y analizaré el papel que juega la manufactura en sus trabajos. Finalmente, abordaré la interrelación entre lo social y lo experiencial, la cual nos llevará de vuelta a la primera simbiosis propuesta por Salmona: arquitectura y paisaje.

■ LA EXPERIENCIA DEL TIEMPO PASADO: LAS RUINAS DE LA BIBLIOTECA DE VIIPURI Y EL CENTRO CULTURAL GAITÁN

» BIBLIOTECA MUNICIPAL DE VIIPURI, VIIPURI / VYBORG, RUSIA (ALVAR AALTO, 1927-35)

Visité la biblioteca de Viipuri en 1998, cuando era estudiante de arquitectura en Helsinki. Fue probablemente a comienzos de marzo y el paisaje que recorríamos en bus se hallaba aún parcialmente cubierto de nieve. Visitamos primero la iglesia Vuokseniska de Aalto en Imatra, en la frontera oriental de Finlandia. Una escena silenciosa, árboles entre nieve, la iglesia blanca con su tejado como alas pesadas. Adentro: la luz, lo blanco, la armonía de formas recurrentes. Al acercarnos a la frontera con Rusia, el paisaje cambió y la temperatura subió, la nieve parcialmente derretida tomaba un color marrón. Viipuri es un pueblo que había pertenecido a Finlandia antes de la Segunda Guerra Mundial y que pasó luego a ser de Rusia. Fue en los años 1930, cuando Viipuri era un pujante puerto finlandés, con verdes explanadas y un museo sobre la playa, cuando Alvar Aalto construyó su biblioteca municipal. Esto marcó su transición de una arquitectura clasicista a una arquitectura moderna, ya con su reconocible estilo; detalles en madera, como el techo curvo del auditorio, y las claraboyas circulares que iluminan el salón de lectura. Pero en 1998, la biblioteca no había sido sometida a mantenimiento en décadas y estaba casi en ruinas, aunque aún en uso.

Ciudad de posguerra, después de silencio o frío
nada subsiste más todo recuerda
lo que fue, aún presente, pero envejecido.
Quedan piedras, calles,
y gente aún deambula por la explanada
vende manzanas en la plaza, contempla un mar
helado.

En este mundo añeo: la biblioteca.
Ella entra por puertas delgadas
de vidrio y acero. Sus botas
destilan agua en deshielo.

back to the first symbiosis proposed by Salmona: architecture and landscape.

■ THE EXPERIENCE OF TIME PAST: THE RUINS OF THE VIIPURI LIBRARY AND CENTRO GAITÁN.

» VIIPURI CITY LIBRARY, VIIPURI / VYBORG, RUSSIA (ALVAR AALTO 1927-35)

I visited the Viipuri library in 1998, when I was a student of architecture in Helsinki. It was probably early March, and the landscape we crossed by bus was still partly covered in snow. We first visited Aalto's Vuokseniska church in Imatra, at the Eastern border of Finland. A silent setting, trees in snow, the white church with its roof as heavy wings. Inside: the light, the white, the harmony of repeating shapes. When approaching the border of Russia, the landscape changed and the temperature rose, the snow became brownish, partly melting. Viipuri is a town that used to belong to Finland before the second World War and became part of Russia afterwards. In the 1930's, when Viipuri was a Finnish thriving harbour town with green esplanades and a museum at the seaside, Alvar Aalto built its city library. It marked Aalto's transition from a classicist architecture (still visible in the competition entry) to modern architecture with his already recognisable own signature; the wooden details, such as the curved ceiling of the auditorium, and the circular roof lights illuminating the reading room from above. But in 1998, the library had not seen any maintenance for decades and was almost falling apart, though still in use.

City after war, after silence or cold nothing remains but all reminds
of what was, still is present, but old. Stones remain, the streets,
and people still walk along the esplanade
sell apples at the market, stare over frozen sea.

In this old world: the library. She enters the slender doors in glass and steel. Her boots leave meltwater on the floor.

She climbs the stair towards the reading room
her hand on the wooden railing
following its bends. She enters.

Sube escaleras hacia el salón de lectura
su mano en la baranda
siguiendo sus curvas. Entra.
Tres baldes en rincones, libros aún en estantes.
El techo destila agua y luz en abundancia
cae sobre las mesas de lectura
y el pisoteado suelo.

Aunque la humedad y el frío la abrazan,
orientan sus ojos, sus pasos
hacia la siguiente escalinata
y la invitan a sentarse
y a leer, sola.

» CENTRO CULTURAL JORGE ELIÉCER GAITÁN EN BOGOTÁ (ROGELIO SALMONA, 1980-1989, NO TERMINADO)

Cerca del centro histórico de Bogotá, en un barrio residencial, se alza una ruina moderna. Construido como lugar de rememoración, el edificio que conmemora al político Gaitán nunca fue terminado debido a un desacuerdo entre el arquitecto y el cliente. El edificio fue concebido como centro cultural, archivo y homenaje a Gaitán, quien fue asesinado en 1948; suceso que desató una violencia en Colombia que perduró a lo largo de muchas décadas. La edificación se diseñó como un volumen de ladrillo que acoge una serie de patios diagonales. Esta serie de patios conectados y la azotea ubicada en el costado oriental del edificio enmarcan los cerros, como si el denso tejido urbano que lo rodea no existiera. La geometría de la edificación, de formas y escalones triangulares, guardan similitud con las figuras arquitectónicas prehispánicas.⁴

Recordé, de mi primera visita a Bogotá en 2001, el cruce de la congestionada Avenida Caracas y el río Arzobispo. En aquellos días la Avenida aún estaba llena de buses coloridos y del oscuro gas gris de sus tubos de escape. En el cruce, en un retazo verde de las laderas del pequeño río —mejor, riachuelo—, algunos vendedores exponían cueros de vaca intentando venderlos a los peatones que cruzaban la avenida. Cuando regresé por segunda vez, catorce años más tarde, los buses habían sido remplazados por otros más modernos; el sistema de transporte Transmilenio, que aunque en un principio mejoró la movilidad

Three buckets in corners, the books still on shelves. The ceiling leaks water and abundant light falls on the reading tables and the trodden floor.

Though damp and cold embraces her, leads her eyes, her steps to the next flight of stairs and invites her to sit down and read, alone.

» CULTURAL CENTER JORGE ELIÉCER GAITÁN IN BOGOTÁ (ROGELIO SALMONA, 1980-1989, UNFINISHED)

Near the historical city center of Bogotá, in a residential neighborhood, lies a modern ruin. Built as a place for remembrance, the memorial for the local politician Gaitán was never finished due to a disagreement between the architect and the client. The building was conceived as a cultural center, archive and memorial for Gaitán, who was assassinated in 1948, an event which ignited violence in Colombia for decades to come. The building was designed as brick volume, embracing a series of diagonal courtyards. The series of connected patios and the roof terrace at the eastern edge of the building frame the mountains as if the densely built urban fabric around it does not exist. The geometry of the building, with triangular shapes and steps, bears resemblance to pre-Hispanic architectural figures.³

I remembered the junction between the busy Caracas road and the Arzobispo river from my first visit to Bogota in 2001. At that time the road was still full of colorful busses and their dark grey exhaust fumes. At the junction, a patch of green on the slopes of the small river—a creek, rather—some vendors had displayed cow skins, trying to sell them to pedestrians crossing the street. By the time of my next visit, some 14 years later, the buses had been replaced by modern ones, the Transmilenio transport system, which while first having

⁴ La relación entre la composición de la edificación y el papel de la memoria fue explorado en la Tesis de Maestría de Mauricio Salazar Valenzuela (2012).

³ The relationship between the composition of the building and the role of memory was explored in the master's thesis of Mauricio Salazar Valenzuela (2012).

de la ciudad, agotaba su capacidad para abastecer una ciudad en rápido crecimiento.

Un vendedor usaba el mismo lugar de antes: el pequeño oasis en medio de la agitada vida citadina. Llegué con un grupo de estudiantes internacionales de la Universidad Técnica de Delft buscando entender la arquitectura colombiana, así como las condiciones específicas requeridas para la práctica de la arquitectura en este particular entorno cultural, político y geológico.

Giramos hacia la izquierda de la avenida y bordeamos el riachuelo. De inmediato nos hallamos lejos del ajetreo: el frondoso verde de las orillas del río, los árboles; a un lado, edificios de dos a tres pisos. Giramos a la derecha. Una calle apacible, pequeñas viviendas familiares con balcones de madera, algunas cubiertas de grafiti, no todas en uso. Luego, el muro de ladrillo y la reja de acero circundante. Esperamos frente a la reja hasta que un guardia se acerca a abrir. Entramos. Unos cuantos pasos... el pequeño, bien conservado jardín a nuestros pies, en el centro mismo de la edificación. Hiedras de un verde intenso y cuidadosamente podadas cubren los muros de altura mediana que rodean el patio; en el medio, la tumba circular con su rosal en flor. Alrededor de este pequeño y cuidado ejemplo del cuidado humano, las arcadas de concreto a la vista ofrecen una gris y deteriorada decoración y, tras ellas, la estructura en ladrillo, con sus grandes aberturas que permiten ver otros espacios, todos expuestos a los elementos. Una atmósfera triste e insólita que fusiona el cuidado con el deterioro, la monumentalidad con la incertidumbre.

Tomamos las escaleras y rampas, atravesando oblicuamente el edificio, y nos hallamos entre la ciudad y las montañas, en algo simultáneamente antiguo y nuevo. No hay acceso a algunos pisos y escaleras debido a partes y barandas faltantes. El mobiliario está guardado en rincones; un armario y unas sillas apiladas forman una colorida obra de arte desordenado en el monocromático edificio. La luz entra a través del techo ausente y a través de las finamente detalladas aberturas circulares del muro, conectando los salones por medio de ejes visuales. Y, con nuestras perspectivas visuales, las temporalidades empiezan a fusionarse: estamos aquí, hoy, en el 2015, estamos aquí, conectados por el patio inferior a una vida que halló su fin en 1945. Entre estos momentos se ubican las penosas décadas de guerra y pobreza, y vemos la resiliencia de la ciudad: las montañas que se conservan igual. Estamos aquí y parecemos conectados a paisajes mucho más antiguos por medio de formas,

greatly improved mobility in the city, had become exhausted within the fast-growing city.

One vendor used the same spot as before, the small oasis in the hectic city life. I had arrived with a group of international students from TU Delft, searching to understand Colombian architecture as well as the specific conditions for architectural practice in this particular cultural, political and geological environment.

We turn left from the big street and follow the creek. And immediately we are away from the rush: the lush green river bedding, trees, on the side two-to three-storey buildings. Turn right again. A quiet street, small single-family houses with woodcut balconies, some with graffiti, not all of them in use. Then the brick wall, and a steel fence around it. We wait in front of the fence until a guard comes and opens. We enter. A few steps, then the small, well maintained garden below us, at the very center of the building. Carefully manicured, intense green ivy plants climb over the half-high brick walls embracing the court, in the middle the circular grave with a red rose shrub, in blossom. Around this small well-maintained glimpse of human care, the bare concrete arcades offer a grey and dilapidated decor, and behind them, the brick structure with its large openings offers views to other spaces, all open to the elements. A sad and uncanny atmosphere, merging carefulness and decay, monumentality and uncertainty.

We move up the ramps and stairs, obliquely crossing the building, and find ourselves between the city and the mountain, in something simultaneously old and new. Some floors and stairs cannot be accessed because of missing parts and railings; furniture is stored in corners, a cupboard, a pile of chairs, lying as a colorful work of disorderly art in the monochrome building. Light enters through the absent roof and through the finely detailed circular openings in the wall, connecting rooms in visual axes. And with our visual perspectives, temporalities start to merge: we are here, today in 2015, we are here, connected by the small court below to a life that ended in 1948. Between these moments lie the painful decades of war and poverty, and we see the resilience of the city, the mountains that remained the same. We are here, and we seem to be connected to much older landscapes,

cuadrados, escaleras, ejes, a través de la piedra que se alza de la tierra. Nos trasladamos diagonalmente hacia la azotea, atravesando los patios, el tiempo.

El recorrido hacia, y a través de, los dos edificios afectados por el paso del tiempo, despojados de un convencional mantenimiento, de limpieza y—en el caso del Centro Gaitán—del uso diario, trae a la conciencia uno de los más esenciales aspectos de la experiencia arquitectónica: el simple movimiento a través del espacio, en el tiempo. La experiencia trae a la memoria la lectura que Bernard Tschumi hace de la Villa Savoye, París, en condiciones similares, en la que argumenta que quizás el aspecto más arquitectónico de la edificación era el estado de deterioro en que se encontraba. En “Arquitectura y transgresión” (1996), Tschumi describe cómo su visita a la deteriorada, casi en ruinas, Villa Savoye de Le Corbusier —en 1965, cuando era estudiante— le reveló la esencia de la arquitectura (pp. 64, 73). Para Tschumi, el estado de la edificación revelaba el poder del deterioro, la vulnerabilidad de la arquitectura, la esencia desnuda del proyecto. Para mí, esos momentos en que el estado de deterioro de los edificios de Aalto y Salmodna se fundía con el sentido de presencia que los espacios aún parecían exudar, fueron igualmente impresionantes.

Para mi descripción de los edificios elegí un enfoque poético, teniendo en cuenta aspectos fenomenológicos como la percepción corporal y la memoria. Esta forma de escritura antepone la percepción sensorial del movimiento corporal a través del espacio y evoca una especie de melancolía. En Viipuri, los detalles pasaron prominentemente a primer plano: las escalinatas con sus barandas, las escaleras del salón de lectura, la luz que entraba por los tragaluces. Además, el movimiento a través del espacio era claramente vertical, los diferentes niveles conectados por escaleras abiertas. En Bogotá, la composición de los patios y la enmarcación de las vistas predominaron en la descripción, mientras que la geometría y el uso de ladrillo generaba una asociación de estar en la historia. En efecto, como Ricardo Castro elocuentemente trae a colación, en su escrito “Mnemosina”—haciendo referencia a la antigua diosa griega de la memoria, madre de las artes—, Salmodna nunca dejó de hacer énfasis en la importancia de la historia en sus proyectos (1998, p. 18). En ambos proyectos, los arquitectos establecieron un contraste entre una forma bastante sencilla y un recorrido más complejo a lo largo del edificio. En el caso de Aalto, la sección con los diferentes pisos interconectados da lugar a

through the shapes, squares, stairs, axes, through the stone rising from the land. We move, diagonally, up to the roof, across the courtyards, across time.

Moving towards and through both buildings, touched by the passing of time, stripped from the conventional layer of maintenance, cleanliness and—in the case of the Gaitán center—daily use, arises an awareness of the one very essential aspect of architectural experience: the sheer movement through space, in time. The experience recalls Bernard Tschumi's reading of the Villa Savoye in Paris in a similar state, arguing that perhaps the most architectural aspect about the building was the state of decay it was in. In “Architecture and Transgression” (1996), Tschumi describes how his visit, as a student in 1965, to the dilapidated near-ruin of Le Corbusier's Villa Savoye revealed for him the essence of architecture (pp. 64-73). For Tschumi, the state of the building revealed the power of decay, the vulnerability of architecture, the naked essence of the project. For me, these moments when the poor condition of the buildings of Aalto and Salmodna was paired with a sense of presence that the spaces still seemed to transpire, were equally impressive.

In my description of the buildings I chose a poetic approach, bringing into play phenomenological aspects such as bodily perception and memory. This way of writing foregrounds sensory-perception bodily movement through space, and evokes some kind of melancholy. In Viipuri, the details came very prominently to the fore: the staircase with the hand railing, the stairs in the reading room, the light falling through the roof lights. Further, the movement through space was clearly a vertical movement, the different levels connected by open stairs. In Bogotá, the composition of the courtyards and the framing of the views were most prominent in the description, while the geometry and the use of brick generated the association of being in history. Indeed, as Ricardo Castro eloquently brought to the fore in his text *Mnemosina*, referring to the ancient Greek goddess of memory, mother of all arts, Salmodna never stopped to stress the importance of history in his projects (1998, p. 18). In both projects, the architects have established a contrast between a rather simple exterior form and a more complex routing through the building. In Aalto's case, the section with the different interconnected floors

una experiencia invitadora y un recinto conduce a otro con naturalidad. En el Centro Cultural Gaitán de Salmoda, la composición diagonal de la secuencia de patios, en conjunto con las rampas y escaleras, crea un movimiento oblicuo a través del edificio más complejo que lo que sugiere el volumen exterior.

Por supuesto, como afirma Böhme (2013, pp. 21-32), la experiencia atmosférica requiere tanto del sujeto como del objeto, y es afectada por las condiciones exteriores. En el Centro Cultural Gaitán, el hecho de que estuvierámos con un grupo pudo haber generado una poderosa experiencia del recorrido por el edificio, ya que las figuras en movimiento empezaron a poblar el vacío del paisaje construido de una manera escénica. En Viipuri, el estado de deterioro general de la ciudad se acentuó debido a la suciedad de la nieve derretida y al reconocimiento de figuras espaciales (la explanada, la plaza de mercado) que evocaban imágenes de una urbanización de *Fin de Siècle*. La Biblioteca de Viipuri ha sido recientemente renovada por iniciativa de la fundación Alvar Aalto. No la he visitado desde aquella vez, pero atesoro el recuerdo del poder de su arquitectura pese a, o quizás debido a, su estado de ruinas.

■ **ESCENAS SOCIALES CON TEXTURA:
MANUFACTURA Y COINCIDENCIA EN
EDIFICACIONES PARA EL CONOCIMIENTO**

» EDIFICIO PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD POLI-
TÉCNICA DE HELSINKI EN OTANIEMI (ALVAR AALTO
- 1965-1969)

Era invierno cuando llegué por primera vez a Otaniemi, en 1998, como estudiante de arquitectura. Edificios de ladrillo rojo en la nieve, en una península cubierta de bosques y rodeada de interminable hielo. Mis piernas dibujaban largas sombras sobre la nieve, proyectadas por el bajo sol de invierno. La entrada a la escuela de arquitectura tenía una pequeña cubierta bajo la cual algunos estudiantes y empleados se detenían a fumar a pesar del frío. Las puertas eran de vidrio emmarcado en acero y tenían dos manijas curvadas de cobre: una alta y otra baja. El Departamento de Arquitectura estaba ubicado en un volumen rectangular bajo, uno de una serie que conducía hacia el edificio principal donde estaban ubicados el auditorio y el restaurante de estudiantes. Entre los dos volúmenes, siempre un patio semiabierto, cubierto de nieve. Adentro, las paredes estaban parcialmente cubiertas con listones pintados de blanco. Las columnas estaban cubiertas con losetas blancas suaves y una

gives way to an inviting experience, and one room leads in a natural way to the other. In Salmoda's Centro Gaitán, the diagonal composition of the sequence of courtyards, paired with the ramps and stairs, creates a more complex, oblique movement through the building than one would expect from the exterior volume.

Of course, as argued by Böhme (2013, pp. 21-32), atmospheric experience requires both subject and object, and is influenced by external conditions. In Centro Gaitán, the fact that we were with a group may have generated the powerful experience of the movement through the building, as the moving figures started to populate the otherwise empty built landscape in a scenic way. In Viipuri, the general state of decay of the city was amplified by the dirt of melting snow, and by the recognition of spatial figures (the esplanade, the market square), that evoked images of a vibrant, '*Fin de Siècle*' urbanity. The Viipuri Library has recently been fully renovated on the initiative of the Alvar Aalto foundation. I have not visited it since, but cherish the memory of the power of its architecture, despite or maybe because of its state of decay.

■ **TEXTURED SOCIAL SCENES: CRAFTSMANSHIP
AND COMMONALITY IN BUILDINGS OF
KNOWLEDGE**

» MAIN BUILDING OF HELSINKI UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN OTANIEMI (ALVAR AALTO
1965-1969)

It was winter when I first arrived in Otaniemi in 1998 as a student of architecture. Red brick buildings in snow on a forested peninsula surrounded by endless ice. My legs threw long shadows in the snow, projected by the low winter sun. The entrance to the architecture school had a small canopy where some students and staff stood smoking, despite the cold. The doors were steel frames with glass, and double door handles, a high and a low one, of curved copper. The architecture department was in a low rectangular volume, one of a series that lead to the main building where the auditorium and the student restaurant were located. In between the volumes, always a half-open courtyard with snow. Inside, walls were partly covered with battens, painted white. The columns were covered with smooth white tiles, and a stair led up to the offices and

escalinata conducía a las oficinas superiores y a la biblioteca del Departamento. Las voces de los estudiantes, o las nuestras, discutían proyectos, conversando mientras bebían un insípido café de la máquina dispensadora; a la derecha, un pequeño salón donde se dictaban las conferencias de arquitectura. Recuerdo las conferencias de la firma danesa Vandkunsten sobre espacios colectivos y la de William Curtis, a quien admiraba por su capacidad de establecer conexiones entre el arte y la arquitectura, incorporando diversas geografías y culturas al análisis arquitectónico.⁵

Caminamos hacia el edificio principal, pasando de un volumen a otro por los corredores, por frente a los salones de estudiantes de ingeniería, y entramos al vestíbulo principal. De nuevo las manijas de cobre y puertas dobles que resguardan del frío exterior. Las mismas columnas, una escalera similar, pero más grande. El mesón curvado del guardarropa y luego la escalera que dobla hacia arriba, hacia el auditorio. Dejando atrás los salones de clase, las oficinas y los corredores, abrimos las grandes puertas y entramos en el salón de conferencias. No recuerdo lo que aprendimos en ese recinto, o quién nos habló, pero aprendí cómo la luz cae y se acopla a las curvas y cómo el espacio tecnológicamente más avanzado de esta Universidad Técnica era también el más natural, simultáneamente opaco y claro como el cristal, silencioso y en movimiento.

Ya es verano cuando vuelvo a bajar del bus y estoy de nuevo de pie en la zona verde frente a la universidad. El auditorio principal ante mí y los volúmenes de ladrillo a mi derecha. El verde césped del patio, el ámbito poco poblado, con algunos estudiantes y empleados que caminan hacia los edificios. El paisaje asciende hacia el edificio principal por medio de terrazas bajas y anchas. Al acercarnos al edificio, las terrazas se hacen más cortas, los escalones un poco más altos, cambian a piedra. Los estudiantes están sentados en los escalones en grupos pequeños,

the department library. The voices of students, of ourselves, discussing our projects, chatting over tasteless coffee from the machine, a small lecture room on the right where the architecture lectures were given. I recall lectures by the Danish office Vandkunsten about collective spaces, and by William Curtis, whom I admired for his capacity to establish connections between art and architecture, linking different geographies and cultures in architectural analysis.⁴

We would walk towards the main building, indoors, moving from volume to volume through the corridors. Passing the rooms of the engineering students, and entering the main hall. Again, the copper door handles, and double doors to keep the cold outside. The same columns, a similar stair, but larger. The curved white counter of the wardrobe, then the stair, bending upwards, to the auditorium. Leaving the classrooms, the offices, the corridors behind, we opened the big doors and entered the lecture hall. I don't recall what we learned in this room, or who spoke to us, but I learned how the light falls and bends through the curves, and how the technologically most advanced room of the University of Technology, was also the most natural one, simultaneously opaque and crystal clear, silent and moving.

It is summer when I step out of the bus again, and stand again on the open green in front of the university. The main auditorium in front of me, the lower brick volumes on my right-hand side. The court-yard's green, the field sparsely populated with some students and staff, walking towards the buildings. The landscape steps up to the main buildings in low, wide terraces. In our approaching the building, the terraces become shorter, the

⁵. Conferencias en Otaniemi, primavera de 1998.

Curtis también estuvo presente en Jyväskylä durante el evento en que se le otorgó la Medalla Alvar Aalto a Salmona, en 2003. Curtis presentó ahí un sentido discurso ante los arquitectos internacionales presentes, exhortándolos a comprometerse políticamente y tomar responsabilidad frente a nuestra sociedad cambiante.

⁴. Lectures in Otaniemi, Spring 1998. Curtis was also present in Jyväskylä at the event in 2003 in which Salmona received his Aalto medal. There, Curtis made a heartfelt address to all the international architects present, to engage politically and to take responsibility for our changing society.

almorzando de cara al sol. El paisaje se convierte en edificio, de campo a un anfiteatro, y ahí se alza el edificio, las gradas son más empinadas, más de piedra; crecen hasta el techo del auditorio y empiezan a convertirse en aberturas que permiten la entrada del sol.

» BIBLIOTECA PÚBLICA VIRGILIO BARCO, BOGOTÁ (ROGELIO SALMONA 1999-2001)

La Biblioteca Virgilio Barco forma parte de una serie de grandes proyectos de transformación urbana que tuvo lugar en Bogotá hacia finales del siglo veinte en un intento por superar algunos de los retos socioeconómicos que venían afectando a esta ciudad sudamericana durante décadas. En primer lugar, se implantó un ambicioso plan infraestructural: el sistema de transporte Transmilenio, que proveía rápidas conexiones de bus, haciendo más accesibles ciertas zonas de la ciudad, pero también para una gran parte de la población que no podía acceder a un transporte privado. En segundo lugar, se le dio un nuevo impulso a cierto número de vecindarios urbanos, mediante la adecuación de parques y programas culturales, proveyéndolos de centros culturales y bibliotecas. En tercer lugar, se prestó atención al “equipamiento” del espacio público. La biblioteca fue uno de los proyectos más grandes dentro del segundo plan de iniciativas. En lo que había sido un basurero de material de construcción, se dio forma a un amplio parque, con la biblioteca como eje físico y programático central y las montañas de la cordillera de los Andes como telón de fondo.

■ DE PASEO POR LA BIBLIOTECA⁶

Toma 1. Sábado, alrededor del mediodía. Después de una fuerte lluvia

Personaje: Heka, perra Jack Russell de dos años

Heka salta del automóvil lanzándose hacia la primera colina como si fuera un cohete desenfrenado, sin importarle el pasto mojado que salpica su panza.

steps a bit higher, turning to stone. Students are sitting on the steps in small groups, eating their lunch, faces in the sun. The landscape becomes building, from field into an amphitheater, and then the building rises, the steps get steeper, stonier, grow into the roof of the auditorium and start to open, providing slits for the sunlight to get in.

» VIRGILIO BARCO PUBLIC LIBRARY, BOGOTÁ, COLOMBIA (ROGELIO SALMONA 1999-2001)

The Virgilio Barco library is part of a series of big urban transformation projects that took place in Bogotá around the turn of the 21st century, in an attempt to overcome some of the serious socio-economic challenges that had haunted the South American city for decades. First, an ambitious infrastructural program was set up, the new transport system of Transmilenio providing quick bus connections which made large parts of the city accessible also for the large part of the population who could not afford private transport. Second, a number of urban neighborhoods were given new impulse by providing parks and cultural programs such as cultural centers and libraries. Thirdly, attention was given to the “furnishing” of public space. The library was one of the largest projects within the second line of initiatives. At a former building-material dump, a large park had been given shape, with the library as physical and programmatic centerpiece, and the green Andes mountain range as a backdrop.

■ TAKING A WALK AROUND THE LIBRARY⁵

Take 1. Saturday, around noon. After heavy rain.
Character: Heka, Jack Russell, 2 years old

Heka gets out of the car and takes the first hill as a crazy rocket might, not minding the wet grass streaking her belly. Immediately, she disappears out

⁶. Escrito después de dos visitas seguidas al edificio, en octubre de 2015 y abril de 2016 (y otras visitas anteriores a muchos trabajos de Salmona en Colombia). El personaje está inspirado en la directora de cine Catalina María Sandoval y su perra Heka.

⁵. Written after two subsequent visits to the building in October 2015 and April 2016 (and previous visits to many of Salmona's works in Colombia). Character inspired by filmmaker Catalina María Sandoval and her dog Heka.

Inmediatamente desaparece, perdiéndose de vista. Catalina sube la empinada colina enfocando la cámara hacia arriba (siguiente encuadre: vista sobre una sección del parque) y la encuentra incitando a otro perro a jugar. Una pareja, probablemente su dueña, pasea por una de las áreas más bajas.

Toma 2. 12:45, la alberca

Personajes: Seis estudiantes de fotografía

Abajo, en el foso circular de concreto, la alberca. Un grupo de estudiantes de fotografía busca captar la mejor perspectiva para capturar un encuadre más amplio, con los cortes del concreto sobre el paisaje, desde la alberca hasta la biblioteca en la distancia. Otro enfoca el reflejo de la guadua en el agua. Catalina escoge el borde superior y sigue el contorno del muro de concreto. Serenidad de las formas geométricas... interrumpida (o vivificada) por el graffiti en todas las áreas despejadas del concreto. El rumor de las conversaciones de los estudiantes se amplifica debido a los muros circundantes y atraviesa sobre el agua hacia arriba, al lugar donde ella se encuentra.

Toma 3. 13:30, la alberca junto a la biblioteca

Personajes: Heka, visitantes de la biblioteca

Heka persigue su juguete y chapotea en el agua de bajo nivel de la alberca rectilínea, sacudiéndose al salir y salpicando a su alrededor. Una secuencia repetitiva: se mueve de un lado a otro en el agua, inconsolable. Los paseantes se detienen a mirar, ríen, siguen su camino. Al fondo, el cerrado muro de ladrillo de la biblioteca se levanta, alto desde suelo, como un antiguo cilindro prehispánico de arcilla. El cilindro se abre de un lado; entre el muro y el agua, una pequeña terraza, gente bebiendo café, una puerta de vidrio, gente entrando a la biblioteca, un puente de concreto, arriba, conecta el cilindro con otro volumen más bajo, en forma de abanico. Aquí, los mismos ladrillos, pero con otro diseño, abierto; se escuchan instrumentos y voces de niños que cantan.

Toma 4. 14:00, en la azotea

Personajes: guardia, niños, una pareja

La azotea del volumen circular está chapada en ladrillo; diques de ladrillo curvo guían la mirada hacia las montañas. Un sendero bordea la curva del techo. Una chica, de unos veinte años, con vestido blanco y negro de lunares, posa frente a la baranda. Su novio toma fotos con los cerros bañados de sol al fondo. Ruido de pies

of sight. Catalina climbs the steep hill, moving the camera upwards, (next frame: overlooking part of the park) and finds her, provoking another dog to play. A couple, probably belonging to the other dog, walk on one of the lower grounds.

Take 2. 12:45, the pond.

Characters: 6 photography students.

In the circular concrete pit below, the pond. A class of photography students tries to find the right perspective to capture the long lines, the concrete cuts in the landscape, from the pond to the library in the distance. Another focuses on the reflection of the long bamboo grass in the water. Catalina chooses the higher edge and follows the line of the bending concrete wall. Serenity of the geometrical shapes... broken by (or enlivened by) graffiti on all plain parts of concretes. The sounds of students talking amplified by the enclosing walls, carried over water to her spot, above.

Take 3. 13:30, the pond next to the library

Characters: Heka, library visitors.

Chasing her toy, Heka jumps around in the low water of the linear pond, shaking her skin when she gets out, splashing drops around. A repeating sequence—she moves through the water, back and forth, tireless. Passing people stop to watch, laugh, walk on. In the background, the closed brick wall of the library, rising high up from the ground as an ancient, pre-Hispanic clay cylinder. On one side, the cylinder opens; between the wall and the water a small terrace, people drinking coffee, a glass door, people entering the library, a concrete bridge in the sky connecting the cylinder with another, lower volume, fan-shaped. Here, the same bricks, but in another pattern, opened; sounds of instruments and children's singing voices come through.

Take 4. 14:00, on the roof

Characters: guard, children, a couple.

The roof of the circular volume is made of bricks, curving brick dikes lead the eye to the mountains. A path on the roof, along the curve. A girl, about 20 years old, black and white dotted dress, takes poses at the railing. Her boyfriend makes photographs, of her, with the sunlit mountain in the background. The

corriendo. Lentamente, Catalina traslada la cámara, de la vista del paisaje de nuevo al centro del círculo, el centro de la azotea. Niños corren, persiguiéndose hasta las gradas del teatro al aire libre. Un guardia los sigue, les dice que lo tomen con calma. Ella ajusta el lente; continúa haciendo lo suyo lentamente, enfoca de nuevo el paisaje. Un círculo completo: el espacio rodeado de diques en la azotea, luego las montañas, la pareja, de nuevo adentro, los niños y otra vez el paisaje.

Toma 5. 15:00 El salón de lectura

Ella, afuera del salón de lectura, frente a la pared curva de vidrio. Las luces del cielo raso se reflejan en la curva; sombras, luces y reflejos juegan ante su lente. Capas. El vidrio, la luz, la gente leyendo, moviéndose en el espacio, lentamente. Los colores y las capas se desvanecen; todo se hace uno.

Las descripciones de los dos edificios para el conocimiento —un edificio universitario y una biblioteca— fueron descritos desde la perspectiva del usuario, trayendo a primer plano la interrelación entre lo social y lo experiencial. Buscan evocar la manifestación espacial y material de las prácticas en los “bienes comunes”: ¿dónde se reúne la gente? ¿Qué lugares, prácticas y actividades comparten? ¿Cuál es el papel de los detalles arquitectónicos en este contexto? El edificio universitario de Aalto ha sido descrito desde el punto de vista de un estudiante que llega al departamento de arquitectura, usa el edificio para sus prácticas diarias en invierno, pasea sus corredores y se sienta en los salones de conferencias; que vuelve a visitarlo más tarde, en verano y, con una mirada más distante, ve el edificio no tanto en términos de sus prácticas cotidianas, sino en función del paisaje del que surge. La biblioteca Virgilio Barco fue descrita desde la perspectiva de un cineasta, encuadrando las escenas de la cotidaneidad dentro y alrededor de la biblioteca. El texto destaca el papel que juegan las actividades, los movimientos y los momentos en la experiencia de la arquitectura, describiendo escenas tanto afuera como adentro de la biblioteca; primero, paseando por el parque un sábado en la mañana, luego acercándose al edificio, y por último deambulando por la azotea y entrando al salón de lectura. La descripción muestra cómo la biblioteca se ha convertido en algo más que su programa inicial, más que una colección de libros: se ha convertido en un lugar social de la ciudad, un lugar para pasar el tiempo, pasear el perro, comer

sound of running feet. Slowly, Catalina moves the camera from the landscape view back to the center of the circle, the middle of the roof. Children, chasing each other on the roof, to the steps of the open-air theater. A guard comes after them, tells them to slow down. She moves the lens, continues slowly, focusing again on the landscape. A full circle: enclosed space of the roof dikes, then the mountain, the couple, back inside, the children, and then landscape again.

Take 5. 15:00 The reading room.

She stands outside the reading room, before the curved glass wall. The roof-lights in the ceiling reflect in the curve, the shadows, lights and reflections play a game before her lens. Layers. The glass, the light, the people, reading, moving through space, slowly. The colors and layers fade, it all becomes one.

The descriptions of the two buildings of knowledge - a university building and a library - have been written from the user perspective, bringing to the fore the interrelationship between the social and the experiential. They seek to evoke the spatial and material manifestation of practices of the “commons”: where do people meet, which place, practice and activities do they share? And what is the role of architectural details in this perspective? The University building of Aalto has been described from the point of view of a student arriving at the architecture department, using the building in daily practice in winter time, walking its corridors, sitting in its lecture rooms; and revisiting it again, later, in summer, having a more distant look, seeing the building less in terms of its daily practice but seeing it as it takes part in the landscape from which it arises. The Virgilio Barco library has been described from the perspective of a filmmaker, framing the scenes of everyday life in and around the library, first wandering through the park on a Saturday morning, then approaching the building, and eventually being on the roof and in the reading room. It shows how the library has become more than its program, more than a collection of books: it has become a social place in the city, a place to spend time, walk your

helado, tomar fotos, acostarse en el césped, sentarse en la terraza, reunirse con amigos y, en última instancia, entrar a la biblioteca.

En ambas descripciones, las escenas sociales tienen textura: existe un fuerte sentido del material y la textura en cada una de estas experiencias con la arquitectura. En la universidad de Aalto, la primera imagen que acude es el contraste entre el ladrillo y la nieve exterior, mientras que en la transición hacia el interior y el auditorio, otros son los materiales y las texturas: el cobre de las manijas, el mesón curvo, las losetas redondeadas de las columnas. En el caso de Salmona, el ladrillo juega un papel más interactivo en la relación entre el adentro y el afuera, ya que los muros semiabiertos de ladrillo del exterior del edificio transmiten los sonidos de las actividades del interior. Se ven distintos diseños para los ladrillos en partes diferentes: los muros exteriores, los bordes, la azotea. A primera vista, el uso de ladrillo en el trabajo de Salmona parece haber sido tomado directamente de numerosos ejemplos de la obra de Aalto, no sólo la universidad de Helsinki sino, más probablemente, de su “casa experimental” en Muuratsalo, Finlandia, donde Aalto experimentó muchas disposiciones para los ladrillos y las losetas. Sin embargo, incluso si los edificios de Aalto fueron una fuente de inspiración, existen explicaciones más arraigadas en lo local y lo social que dan cuenta de la selección de materiales por parte de Salmona. En una entrevista hecha en 2007 —apenas un año antes de su muerte— declaró que “en la sabana de Bogotá ... el ladrillo es el material común a toda la región y su manufactura involucra una gran cantidad de gente. Es un material económico y eficiente que ha dado identidad a la ciudad” (Oshima y Arenales-Vergara, 2008, p. 14). Salmona, quien había aprendido de los manufactureros locales trabajando con ellos, consideraba el diseño de la disposición de los ladrillos y los detalles una parte fundamental de la práctica arquitectónica.

Finalmente, el edificio universitario en Helsinki y la biblioteca en Bogotá nos llevan a la primera simbiosis propuesta por Salmona: arquitectura y paisaje. En ambos proyectos, el edificio está en simbiosis con el paisaje: crece de él, lo enmarca, adaptándose al clima y haciendo de mediador entre las personas y el mundo que las rodea. He aquí edificios que surgen del paisaje e interactúan con él. Tal vez esto sea lo que Salmona quiso decir al referirse a una arquitectura “terratemporal”: una

dog, have an ice-cream, make photographs, lie in the grass, sit on the terrace, meet friends and, eventually, visit the library.

In both descriptions, the depicted social scenes are textured: there is a strong sense of material and texture in each of the architectural experiences. In Aalto's university, the contrast between the brick and the snow outside is the first image that comes across, while in the transition to the interior and to the auditorium, other materials and textures are introduced: the copper door handles, the curved counter, the rounded tiles on the columns. In Salmona's case, brick plays a more interactive role in the relationship between inside and outside, as the half-open brick walls at the outside of the building transmit the sounds of the indoor activities. Different patterns of brick appear in different places: the outer walls, the edges, the roof. At first sight, the use of brick in Salmona's work might be taken straight from Aalto's abundant examples, not only the university in Helsinki but most likely Aalto's own “experimental house” in Muuratsalo, Finland, where Aalto ventured into multiple brick patterns and tiles. However, even if Aalto's buildings might have been a source of inspiration, there are more locally and socially grounded explanations for Salmona's material choices. In an interview in 2007—just a year before he passed away—he stated that “in the savanna of Bogotá ... brick is a material common to the region, and its manufacture employs a great number of people. It is an economic and efficient material that has created an identity for the city.” (Oshima y Arenales-Vergara, 2008, p. 14)

Salmona, learning from and working with local craftsmen, took the development of brick patterns and details as a serious part of his architectural practice.

Finally, the university building in Helsinki and the library in Bogotá lead us back to the first symbiosis proposed by Salmona: architecture and landscape. In both projects, the building is in symbiosis with the landscape: growing from it, framing it, coping with the climate and serving as a mediator between people and the world around them. Here are buildings that grow from the landscape and interact with it. Perhaps this is what Salmona meant when referring to a

arquitectura de la tierra y del tiempo. Fue en este contexto que también mencionó la influencia de Aalto en su obra a la vez que reconocía la importancia de las tradiciones locales: "Procuro a conciencia crear una arquitectura "terratemporal" a fin de apoyarme en una tradición. Esto incluye los grandes maestros de la arquitectura —Le Corbusier, Aalto y Kahn—, así como las tradiciones locales que hacen su respectiva presencia en cada proyecto" (Oshima y Arenales-Vergara, 2008, p. 13). De mis interpretaciones de las obras de ambos arquitectos, he intentado transmitir, por medio de breves fragmentos anteriores, que la resonancia existente entre sus trabajos va más allá de la simple similitud material y formal. La verdadera simbiosis de sus enfoques es la de los seres humanos con la naturaleza, entre la arquitectura como un servicio social y la arquitectura como respuesta a los paisajes, climas y tradiciones materiales.



"terratemporal" architecture: an architecture of the earth, and of time. It was in this context that he also referred to the influence of Aalto upon his work, while simultaneously acknowledging the importance of the vernacular traditions: "I consciously try to make a "terratemporal" architecture to support myself in a tradition. This includes the great masters of architecture—Le Corbusier, Aalto, and Kahn—as well as local traditions that all have their respective presence in each project". (Oshima y Arenales-Vergara, 2008, p. 13) From my own readings of the works of both architects, as I have tried to convey in the brief fragments above, the resonance between their works goes beyond the mere formal and material similarity. The true symbiosis of their approaches is that between humans and nature, between architecture as a social service and architecture as a response to local landscapes, climates and material traditions.



1.



2.



Figura 1. Alvar Aalto. Biblioteca Municipal de Viipuri. Vestíbulo (Fotografía del autor, 1998)

Figure 1. Alvar Aalto, Viipuri City Library, Entrance hall. (Photo by author, 1998)

Figura 2. Alvar Aalto. Biblioteca Municipal de Viipuri. Escalinata. (Fotografía del autor, 1998)

Figure 2. Alvar Aalto, Viipuri City Library, Staircase. (Photo by author, 1998)

Figura 3. Alvar Aalto. Biblioteca Municipal de Viipuri. Salón de lectura. (Fotografía del autor, 1998)

Figure 3. Alvar Aalto, Viipuri City Library, Reading room. (Photo by author, 1998)

3.



4.

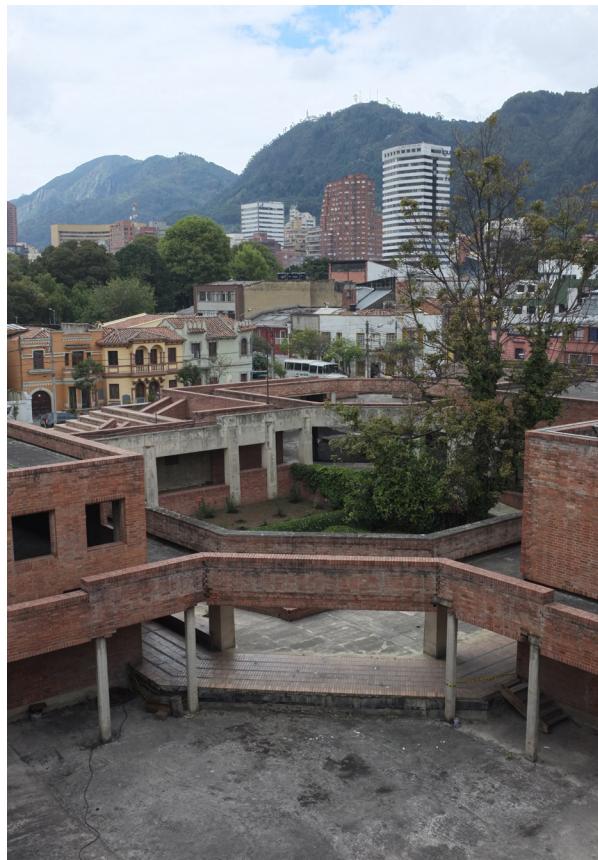


Figura 4. Rogelio Salmona. Vista del Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán en Bogotá. Tres patios en eje diagonal. (Fotografía del autor, 2015)

Figure 4. View of the Centro Gaitán in Bogotá, three courtyards in the diagonal axis. (Photo by author, 2015)

Figura 5. Rogelio Salmona. Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán. Cruce oblicuo del edificio. (Fotografía del autor, 2015)

Figure 5. Rogelio Salmona, Centro Gaitán, crossing the building obliquely. (Photo by author, 2015)

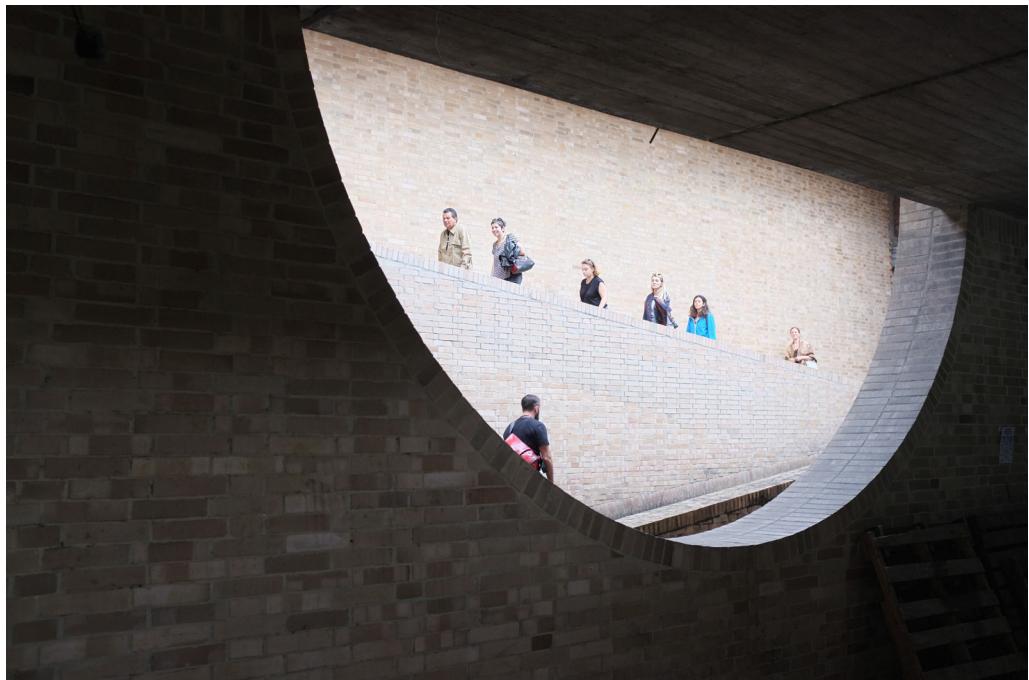
5.



6.



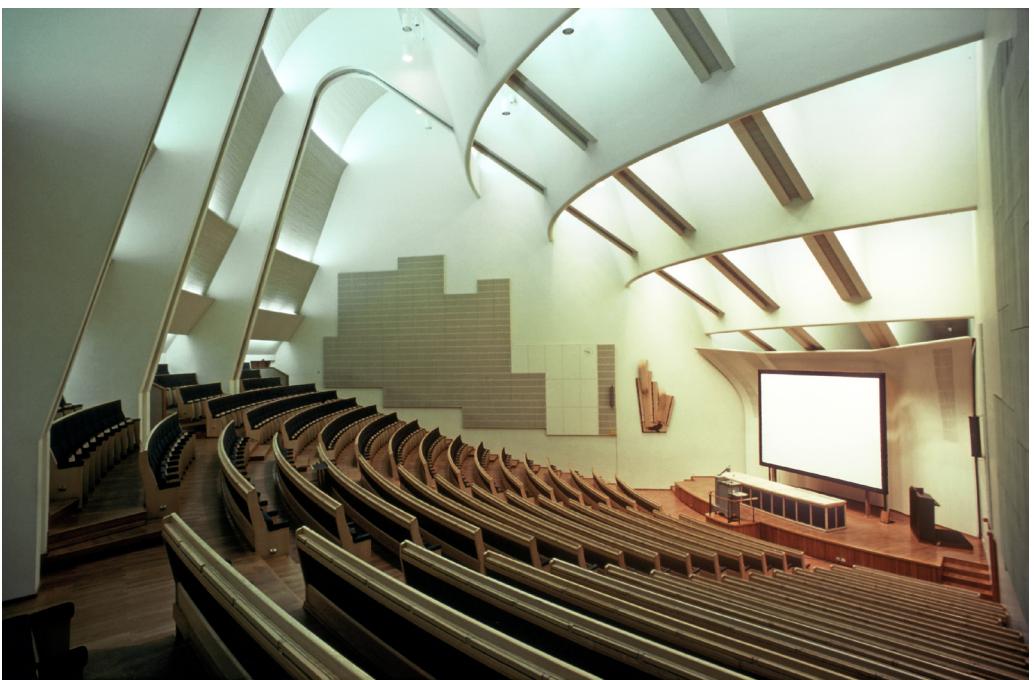
7.



8.



9.



10.



11.



Figura 6. Rogelio Salmona. Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán. El bien conservado jardín y la tumba de Gaitán. (Fotografía del autor, 2015)

Figure 6. Centro Gaitán, the well-maintained courtyard with the grave of Gaitán. (Photo by author, 2015)

Figura 7. Rogelio Salmona. Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán. Detalle. (Fotografía del autor, 2015)

Figure 7. Rogelio Salmona, Centro Gaitán, Detail. (Photo by author, 2015)

Figura 8. Alvar Aalto. Campus universitario de Otaniemi, Helsinki. Paisaje; subida al auditorio principal. (Fotografía: Cortesía de la Fundación Alvar Aalto).

Figure 8. Alvar Aalto, University Campus Otaniemi, Helsinki. Landscape, stepping up to the main auditorium. (Courtesy of the Alvar Aalto Foundation)

Figura 9. Alvar Aalto, University Campus, Main auditorium, interior. (Courtesy of the Alvar Aalto Foundation)

Figure 9. Alvar Aalto. Campus universitario. Auditorio principal, interior. (Fotografía: Cortesía de la Fundación Alvar Aalto)

Figura 10. Alvar Aalto. Campus universitario. Edificio principal; vestíbulo. (Fotografía: Cortesía de la Fundación Alvar Aalto)

Figure 10. Alvar Aalto, University main building, interior hall. (Courtesy of the Alvar Aalto Foundation)

Figura 11. Rogelio Salmona. Parque Virgilio Barco, Bogotá. Alberca circular. (Fotografía de Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

Figure 11. Rogelio Salmona, Virgilio Barco Park, Bogotá, the circular pond. (Photo by Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

Figura 12. Rogelio Salmona. Biblioteca Virgilio Barco. Costado de la biblioteca. (Fotografía de Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

Figure 12. Rogelio Salmona, Virgilio Barco Library, side of the library. (Photo by Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

12.



13.



Figura 13. Rogelio Salmona. Biblioteca Virgilio Barco. Azotea y vista de las montañas de la cordillera de los Andes. (Fotografía de Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

Figure 13. Rogelio Salmona, Virgilio Barco Library, roof and view of the Andes. (Photo by Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

Figura 14. Rogelio Salmona. Biblioteca Virgilio Barco. Reflejos: el salón de lectura. (Fotografía de Sebastiaan Veldhuisen, 2016)

Figure 14. Rogelio Salmona, Virgilio Barco Library, reflections: the reading room. (Photo by Sebastiaan Veldhuisen, 2016)



■ REFERENCIAS

Böhme, G. (2013). Atmosphere as Mindful Physical Presence in Space. En Klaske Havik, Gus Tielens et al. (Eds.), *OASE#91 Building Atmosphere with Peter Zumthor and Juhani Pallasmaa* (pp. 21-32). Rotterdam: nai010.

Castro, R. (1998). *Rogelio Salmona*. Bogotá: Villegas Editores.

Frampton, K. (1998). The Legacy of Alvar Aalto: Evolution and Influence. En Peter Reed (Ed.), *Alvar Aalto. Between Humanism and Materialism* (pp. 118-140). New York: The Museum of Modern Art.

Frampton, K. (2008). *A+U 450 Special Feature: Rogelio Salmona*. Tokyo: A+U Publishing.

Gullichsen, K. (1998). Preface. En Peter Reed (Ed.) *Alvar Aalto. Between Humanism and Materialism*. New York: The Museum of Modern Art 1998.

Havik, K. (2014). *Urban Literacy, Reading and Writing Architecture*. Rotterdam: nai010 Publishers.

Oshima, K. T. y Arenales-Vergara, O. (2008). Interview with Rogelio Salmona, April 2007, Bogotá, Colombia. En *A+U 450 Special Feature: Rogelio Salmona*, Tokyo: A+U Publishing.

Salazar Valenzuela, M. (2012). *Lugares dentro de lugares. El rito de la Memoria en la composición arquitectónica*. Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán: Rogelio Salmona. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

■ REFERENCES

Böhme, G. (2013). Atmosphere as Mindful Physical Presence in Space. En Klaske Havik, Gus Tielens et al. (Eds.), *OASE#91 Building Atmosphere with Peter Zumthor and Juhani Pallasmaa* (pp. 21-32). Rotterdam: nai010.

Castro, R. (1998). *Rogelio Salmona*. Bogotá: Villegas Editores.

Frampton, K. (1998). The Legacy of Alvar Aalto: Evolution and Influence. En Peter Reed (Ed.), *Alvar Aalto. Between Humanism and Materialism* (pp. 118-140). New York: The Museum of Modern Art.

Frampton, K. (2008). *A+U 450 Special Feature: Rogelio Salmona*. Tokyo: A+U Publishing.

Gullichsen, K. (1998). Preface. En Peter Reed (Ed.) *Alvar Aalto. Between Humanism and Materialism*. New York: The Museum of Modern Art 1998.

Havik, K. (2014). *Urban Literacy, Reading and Writing Architecture*. Rotterdam: nai010 Publishers.

Oshima, K. T. y Arenales-Vergara, O. (2008). Interview with Rogelio Salmona, April 2007, Bogotá, Colombia. En *A+U 450 Special Feature: Rogelio Salmona*, Tokyo: A+U Publishing.

Salazar Valenzuela, M. (2012). *Lugares dentro de lugares. El rito de la Memoria en la composición arquitectónica*. Centro Cultural Jorge Eliécer Gaitán: Rogelio Salmona. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Salmona, R. (2004). Between the Butterfly and the Elephant. En Mikko Heikkinen (Ed.) *Elephant & Butterfly, Permanence and Chance in Architecture*. Helsinki: Alvar Aalto Academy.
- Tschumi, B. (Ed.). (1996). Advertisements for Architecture / Architecture and Transgression. En *Architecture and Disjunction* (pp. 64, 73). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Salmona, R. (2004). Between the Butterfly and the Elephant. En Mikko Heikkinen (Ed.) *Elephant & Butterfly, Permanence and Chance in Architecture*. Helsinki: Alvar Aalto Academy.
- Tschumi, B. (Ed.). (1996). Advertisements for Architecture / Architecture and Transgression. En *Architecture and Disjunction* (pp. 64, 73). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- La Dra. Klaske Havik es Profesora Adjunta de Arquitectura en la Universidad Técnica de Delft y Profesora Visitante de Arquitectura en Tampere, Finlandia. Su trabajo relaciona la arquitectura y cuestiones urbanas con el lenguaje literario. Su libro, *Urban Literacy: Reading and Writing Architecture* [“Alfabetización urbana: leyendo y escribiendo la arquitectura”] (2014) propone un enfoque literario para la arquitectura y el urbanismo. Otras de sus publicaciones incluyen los volúmenes co-editados *Writingplace: Investigations in Architecture and Literature* [“Lugar para la escritura: investigaciones sobre arquitectura y literatura”] (2016) y *Architectural Positions: Arquitecture, Modernity, and the Public Sphere* [“Posturas arquitectónicas: arquitectura, modernidad y la esfera pública”] (2009). Como editora de la revista arquitectónica *OASE*, publicó números como *OASE#98 Narrating Urban Landscapes* [“La narración de paisajes urbanos”] (2017, abril), *OASE#91 Building Atmosphere* [“Construyendo atmósfera”] (2014) y *OASE#70 Architecture and Literature* (2007). La obra literaria de Havik ha sido publicada en colecciones poéticas y revistas literarias.

Traducido por Carlos Rueda

Alberto Pérez-Gómez
(McGill University) CANADÁ

» LA ARQUITECTURA COMO ATMOSFERA MUSICAL

ARCHITECTURE AS «
MUSICAL ATMOSPHERE

La teoría arquitectónica reciente ha identificado progresivamente la importancia que tiene la idea de atmósfera como concepto primario para la disciplina (Wigley 1998; Zumthor 2006, 2014; Pallasmaa, 2014; Pérez-Gómez 2016). El concepto de atmósfera, en congruencia con el pensamiento fenomenológico, cuestiona de forma implícita una estética objetivista y la reducción generalizada de la experiencia estética (corpórea, multisensorial, emocional y sinestética) a una estética de *juicio*, dirigida hacia lo cognitivo intelectual y a la falsa presunción que el significado arquitectónico reside en el objeto en “3-D”, o en el cobertizo decorado, más bien autónomos frente al contexto y la situación. Al colocar la experiencia en primer plano es posible concebir la arquitectura como un entorno comunicativo *cognitivo* y *emocional* apropiado a las situaciones vividas en *lugares* cualitativos.

El significado en la arquitectura de hecho depende de las *cualidades atmosféricas*, siendo mucho más importantes estas que los estilos específicos y las sintaxis formales, si bien las complejidades asociadas con postular la atmósfera como categoría arquitectónica son considerables. La arquitectura posee una cierta estabilidad en la forma, textura y materialidad, cualidades necesarias para transmitir los ánimos apropiados a un “programa.”. Las atmósferas arquitectónicas no son meramente una orquestación de efectos subjetivos: es obvio, por ejemplo, que las atmósferas pueden cambiar en función de sus usuarios. Un discurso malhumorado puede fácilmente obliterar el ambiente sagrado de una iglesia. La atmósfera se percibe de forma inmediata y por consiguiente nos afecta no solo intelectualmente sino también, frecuentemente de forma más fundamental, a un nivel pre-reflexivo, en nuestro actuar; califica ella la conciencia en tanto que se dirige a nuestras habilidades motoras, y nuestros cuerpos sintientes y cognoscentes.

Recent architectural theory has increasingly identified the importance of atmosphere as a primary aesthetic concept for the discipline (Wigley 1998; Zumthor 2006, 2014; Pallasmaa, 2014; Pérez-Gómez 2016). The concept of atmosphere, congruent with phenomenological philosophy, implicitly questions objectivist aesthetics and its common reduction of aesthetic *experience* (bodily, multisensory, emotional and synesthetic) to aesthetic *judgement* addressed to intellectual cognition, and therefore the false presumption of architectural meaning residing in a geometric “3-D object” or decorated shed, more or less autonomous of context and situation. Foregrounding atmosphere, architecture can be grasped as a *cognitive and emotional* communicative setting appropriate for lived situations in qualitative *places*.

Architectural meaning is indeed dependent on *atmospheric qualities*, far more important than specific styles or formal syntaxes, yet the complexities associated with postulating atmosphere as a central architectural category are considerable. Architecture has a certain fixity of form, texture and materiality, necessary to convey its appropriate moods. Architectural atmospheres are not merely an orchestration of subjective effects: It is obvious, for example, that atmospheres can be changed by users. An angry speech could easily obliterate the sacred mood of a church. Atmosphere is perceived immediately and therefore affects us not only intellectually but also, often more fundamentally, at a pre-reflective level, as we act; it qualifies consciousness as it addresses motor skills, our sentient and knowing bodies. As Tonino Griffero has

Como Tonino Griffero ha propuesto, las atmósferas están siempre presentes, aún en los así llamados no-lugares de las difusas urbes contemporáneas (Griffero, 2014, p. 73). Las atmósferas inducen las acciones humanas y son igualmente el resultado de estas, se amalgaman en una experiencia de situaciones más o menos coherentes enmarcadas en los artefactos que llamamos arquitectura. En lo anterior se asemejan ellas a nuestra experiencia de una pieza musical, dando lugar a un *sentido*, en su máxima expresión a una imagen poética, como resultado de un evento espacio-temporal.

Para entender completamente aquello que está en juego para la arquitectura resulta crucial conocer las raíces del concepto de atmósfera en la historia de la arquitectura y sus teorías, y más recientemente, su afinidad con el concepto de carácter (del francés *charactère*, e *indole* en italiano) en las teorías arquitectónicas del siglo dieciocho.

Una arquitectura buena y significativa fue siempre entendida como una atmósfera musical armoniosa. La clave de tal asociación se encuentra en el término alemán *Stimmung*, que tiene una amplitud de significado ausente en otras lenguas europeas. La raíz de *Stimmung* es *Stimme*, la voz; y el verbo *Stimmen* que significa afinar, entonar, disponer, armonizar, y ser correcto. Como vemos, el espectro de la palabra es asombroso, capaz de denotar a la vez emocionalidad fugitiva y entendimiento objetivo del mundo. *Stimmung* en sí puede ser entendido como atmósfera, pero también como tono, estado de ánimo, sentimiento, disposición y hasta mentalidad. El término se introdujo en el lenguaje estético con la filosofía Romántica; *Stimmung* representa la posibilidad de la sintonía que proviene del arte, valorada por encima de cualquier forma de pensamiento positivista. La búsqueda de atmósferas entonadas se hizo central a la expresión artística, siendo a la vez el efecto y el conocimiento que el arte provee, crucial para nuestro bienestar psicosomático. La obra de arte por lo tanto nos permite reconocernos como entes completos y con sentido para sobrellevar la vida.

El *Stimmung* romántico estaba dirigido al corazón emocional: *Gemüt* era considerado el asentamiento real de la conciencia. Una modalidad tal del entendimiento es multi-sensorial, estética (*aisthesis*) en el sentido griego original de la palabra; como conocimiento verdadero que es tanto emocional

argued, atmospheres are ever present, even in the so-called no-places of contemporary urban sprawl (Griffero 2014, 73). Atmospheres induce human actions and also result from them, they compound into an experience of situations more or less coherent framed by the artefacts we call architecture. In this they are similar to our experience of a piece of music, yielding a sense, at best a poetic image, as the outcome of a spatiotemporal event. To fully understand what is at stake for architecture it is crucial to grasp the roots of the concept of atmosphere in architectural history and its theories, and closer to us, its affinity with the concept of character (Fr. *charactère*, It. *indole*) in 18th century architectural theories.

Good, meaningful architecture was always understood historically as a musical, harmonious atmosphere. Key to the association is the German term *Stimmung*, which has a breath of meaning absent from its rendition in other European languages. The root of *Stimmung* is *Stimme*, the voice; and the verb *Stimmen*, means to tune, pitch, dispose, harmonize, and be correct. Thus the word's range is astounding, capable of denoting both fugitive emotionalism and an objective understanding of the world. *Stimmung* itself can be rendered as atmosphere, but also as tone, mood, feeling, disposition and even frame of mind. The term entered into aesthetic language with Romantic philosophy; *Stimmung* represented the possibility of attunement brought about by art, valorized above all other forms of positivistic knowledge. Seeking tuned atmospheres became central to artistic expression, being both the effect and the knowledge art provides, crucial for our psychosomatic well-being. Thus the work of art allows us to recognize ourselves as complete and purposeful in order to abide in life.

Romantic *Stimmung* was aimed at the emotional heart: *Gemüt* was considered the true seat of consciousness. This mode of understanding is multi-sensory, *aesthetic* in the original Greek

como cognitivo, a diferencia de la definición de la “ciencia” de la estética propuesta por G. W. Leibniz y A. G. Baumgarten (1714-1762) como “gnoseología inferior”, o juicio intelectual, y que Kant continuase. Esta recuperación por parte de los filósofos románticos hizo explícita la naturaleza multi-sensorial implícita en la noción de significado presente en la tradición de Occidente, que fuese dada por hecho en la arquitectura, previamente a la popularización de la psicología cartesianas hacia finales del siglo diecisiete, con su creencia — aun hoy día desafortunada — en unos sentidos mecanicistas e independientes, en la hegemonía de la visión incorpórea y en explicaciones asociacionistas del surgir del significado, como si se tratase de una construcción conceptual resultante de la transmisión de datos (sensaciones) al cerebro.

El filólogo Leo Spitzer ha sabido observar además que las raíces etimológicas de *Stimmung* son decididamente musicales (Spitzer, 1963). Parece haber una connotación musical constante adjunta a dicha palabra, presente en la familia de la misma, que acompaña su connotación intelectual de unidad de entorno y sentimientos que de ella surgen (Spitzer, p. 7). La singularidad del alemán adquirió valor con posterioridad a la Ilustración, y de hecho se debe a la tradición greco-romana y cristiana que recoge y se encuentra en la raíz de todos los lenguajes europeos. En su significado actual en alemán como “ánimo cambiante del momento”, *Stimmung* es fácilmente traducible como estado de ánimo o atmósfera, humor y temperamento. Su sentido europeo inicial más prevalente de “unidad entre el entorno y el hombre”, no tiene sin embargo un equivalente completo de uso y traducción modernos. De hecho, la palabra originalmente no sugería un cambio, condición temporal, sino un estado de “afinación” estable de la mente, el *afinar de la conciencia corpórea*.

De hecho, de acuerdo con Spitzer *Stimmung* comparte dos hilos semánticos que se entrelazan en el pensamiento medieval: las ideas de “mezcla moderada” y “consonancia armónica”. A través de un análisis textual exhaustivo de evidencia textual venida de la filosofía, teología, literatura y teoría musical en las culturas occidentales, Spitzer concluye que los dos conceptos: *κεράννυμι* (griego *keránymi*) que se traduce como *temperare* (en latín), y significa mezclar o combinar en las proporciones adecuadas (como el agua y el vino logran una bebida

sense of the term; as real knowledge that is fundamentally sensory and atmospheric, not as an inferior kind of intellectual knowledge (gnoseology), such as defined by G.W. Leibniz and A.G. Baumgarten (1714-1762) and followed up by Kant. This recovery by Romantic philosophers made explicit the implicit multi-sensory nature of artistic meaning at work in the Western tradition that was taken for granted in architecture before the popularization of Cartesian psychology in the late 17th century, with its belief -- still unfortunately common today -- in independent mechanistic senses, in the hegemony of disembodied vision and in associationist explanations for the emergence of meaning, as if it were a conceptual construction resulting from the transmission of data (sensations) to the brain.

Further, as philologist Leo Spitzer has observed, the etymological roots of *Stimmung* are decidedly musical (Spitzer, 1963). There appears to be a constant musical connotation attached to the word, present in the word's family accompanying its intellectual connotation of unity of environment and feelings prompted by it (Spitzer, 7). The unique German gained currency after the Enlightenment, and yet it is fundamentally indebted to the all-embracing Greco-Roman and Christian tradition that is at the roots of all European languages. In its current German meaning as “changing mood of the moment,” *Stimmung* translates easily into mood or atmosphere, humor and temper. Its more prevalent early European sense as the “unity of environment and man,” however, finds no full equivalent in common modern usage and translations. In fact, originally the word did not suggest a changing, temporary condition, but rather a stable “tunedness” of the mind, the *attunement of embodied consciousness*.

Indeed, according to Spitzer *Stimmung* partakes from two semantic threads woven together in ancient and medieval thought: the ideas of the “well-tempered mixture” and of the “harmonious consonance.” Through an exhaustive analysis of textual evidence from philosophy, theology, literature and music theory in Western cultures, Spitzer concludes that the two concepts: *κεράννυμι* (*keránymi*) in Greek which translates as *temperare* (in Latin), meaning to mix or combine in the right

temperada): *κράσις*, significa la mezcla correcta; y *αρμονία* (armonía en griego) traducida como *consentus* o *consonantia* (latín), que significan armonía y concierto (de sonidos musicales o de formas), no pueden ser entendidos de separados uno del otro. De acuerdo con Spitzer, ambos hilos semánticos fueron integrados a la cultura europea y separados tan solo entre los siglos dieciocho y diecinueve (Spitzer, pp. 7-9). Es solo luego del periodo de la Ilustración, concluye éste, que la humanidad en Europa viene a cuestionar el sentido de musicalidad como núcleo de todo significado. No obstante, *Stimmung* retiene estos dos étimos, particularmente claros en traducciones tales como *accord* en francés, y *temper* en inglés.

El corpus teórico arquitectónico, de Vitrubio (circa 35 BCE) hasta finales del siglo dieciocho enfatiza la importancia central que tienen la armonía y la templanza en varios aspectos de la obra de arquitectura: los mismos dos étimos que forman *Stimmung*.

La forma arquitectónica ha de ser armoniosa y bien proporcionada, tanto numérica como geométricamente, para generar condiciones espaciales para la vida humana que resuenen con significados apropiados. La templanza por su parte tiene un valor clave en describir el efecto benéfico de las atmósferas arquitectónicas e incluso la mezcla adecuada de los materiales arquitectónicos. No ha de sorprender que, a partir la cultura greco-romana la arquitectura sea típicamente considerada como análoga a la música. Basta recordar la frase famosa de Goethe: *la arquitectura es música congelada*. Esta analogía es no obstante malentendida si se considera en términos puramente formales, bajo el precepto que, dado que la música trata con proporciones y una matemática para lograr efectos armónicos, al producir bellos sonidos, lo anterior sea trasladable de alguna manera a la forma objetiva de los edificios; buscando una congruencia de las partes en la obra y su todo, siendo regido por dimensiones proporcionales que producen una arquitectura que puede ser *juzgada* como estéticamente bella. De hecho, un estudio cuidadoso de nuestra tradición teórica occidental nos revela que la analogía musical ha involucrado, desde su génesis misma, mucho más que transposiciones formales. El asunto central ha sido el diseño de atmósferas para situaciones humanas que contribuyan a una buena vida, una en armonía y balance

proportions (like water and wine to make a tempered drink: *κράσις*, meaning the right mixture; and *αρμονία* (armonía Gr.), translated as *concentus* or *consonantia* (Lat.), meaning harmony and concert (of musical sounds or forms), cannot be fully grasped apart from each other. According to Spitzer, both semantic threads were integrated in European culture and broke up only between the 17th and 18th centuries (Spitzer, 7-9). Only after the Enlightenment, he concludes, did European mankind come to question the central feeling of musicality at the core of all meaning. Nevertheless, the modern German *Stimmung* retains these two etymons, particularly clear in translations such as the French *accord* or the English *temper*.

The architectural theoretical corpus from Vitruvius (ca. 35 BCE) to the end of the 18th century emphasizes the central importance of harmony and temperance for various aspects of the architectural work: the very two etymons that make up *Stimmung*.

Architectural form must be harmonious and well proportioned, either numerically or geometrically, to produce spatial conditions for human life resonant with appropriate meanings. And temperance is a key value to describe the healthy effect of architectural atmospheres, and even the proper mixtures in architectural materials. Not surprisingly, starting with Greco-Roman culture, architecture was typically deemed analogous to music. It suffices to recall Goethe's famous phrase: *architecture is frozen music*. The analogy, however, is misunderstood when treated in strictly formal terms, reasoning that since music deals with proportions and mathematics for its harmonic effects, producing beautiful sounds, this must be transposable in some way to the objective form of buildings; seeking the congruity of the parts of a work and its whole ruled by proportional ratios, producing an architecture which can be *judged* as aesthetically beautiful. In fact, a careful study of our Western theoretical tradition reveals that the musical analogy has involved, since its inception, far more than such formal transpositions. The central issue has been the design of atmospheres for human

propriamente templados. La experiencia espacial de la arquitectura fue por tanto como la de la música, capaz de comunicar estados de ánimo cognitivos, poéticos a través de una sensibilidad emotiva primaria. Curiosamente, sin embargo, esa sintonía que se pensaba venía a través de una atmósfera hoy es generalmente entendida como un asunto subjetivo, en drástico contraste con la objetividad matemática evocada en la literatura tradicional.

Adquirir un conocimiento del desempeño *funcional* de la música en las sociedades europeas previas al siglo diecinueve nos ayuda a entender la profundidad de esta analogía. La música de concierto es una invención relativamente nueva – música ejecutada para un espectador totalmente silencioso y atento sentado en actitud de juicio, en un espacio oscuro. Lo anterior es curiosamente análogo al aun prevalente malentendido de la arquitectura como un objeto estético: como el desplegar virtuoso de formas novedosas para el disfrute del turista. Hoy día la ubiquidad de la música guardada en nuestros teléfonos y iPods, que “introducimos” directamente en nuestros oídos sin consideración de nuestra ubicación enturbia la analogía. Al igual que otros estímulos sensoriales dirigidos, la música cualifica nuestras experiencias de lugar. Es una poderosa instanciación de la verdadera dimensión del momento presente (nunca un mero punto inexistente). Edmundo Husserl y Maurice Merleau-Ponty hicieron uso de la experiencia musical como ejemplo revelador del “denso presente” que es la verdadera naturaleza de la percepción fenomenológica del tiempo. Por ende, la música fácilmente corresponde a la dimensionalidad de la percepción atmosférica (Pérez-Gómez 2016, pp. 151-5) Por su afectar, armonizar e interrumpir nuestros ritmos vitales, nuestra respiración y el latir de nuestro corazón, la música comunica estados de ánimo y sentimientos cognitivos. Es por medio de dichos efectos que los músicos griegos diferenciaban siete “modos,” y efectos similares fueron eventualmente asociados a las varias tonalidades en la escala diatónica de la teoría de composición de J. P. Rameau (circa. 1722-1762). Es posible modificar la percepción emocional de nuestras ciudades acompañando nuestro andar con una pista de audio, siendo hoy día capaz la tecnología de eliminar el sonido ambiental. De hecho, en las culturas tradicionales, la música tuvo siempre una función, parte esta de lo que hoy consideramos su atractivo puramente “estético” – acompañamiento

situations contributing to a good life, one that is in harmony and balance, properly tempered. The spatial experience of architecture was therefore like that of music, capable of conveying cognitive, poetic moods through primary emotional sentience. Curiously, however, the attunement thought to be brought about by an atmosphere today is generally understood as a matter of subjectivity, in stark contrast with the objectivity of mathematics evoked in the traditional literature.

Grasping the generalized *functional* performance of music in European societies prior to the 19th century starts to help us understand the depth of the analogy. Concert music is a relatively recent invention – music performed for a fully attentive and silent spectator sitting in judgement, in a darkened space. It is curiously analogous to the still prevalent contemporary misunderstanding of architecture as an aesthetic object: a virtuoso display of novel forms for the pleasure of the tourist. Today the ubiquity of music stored in our telephones and iPods and which we “input” directly into our ears regardless of our location further clouds the analogy. Like other directed sensory stimuli, music qualifies our experiences of place. It is a powerful instantiation of the true dimensionality of the present moment (never merely a non-existing point). Edmund Husserl and Maurice Merleau-Ponty used musical experience as an example revealing the “thick present” which is the very nature of the phenomenological perception of time. Thus music corresponds readily to the dimensionality of atmospheric perception (Pérez-Gómez 2016, 151-5). By affecting, harmonizing and disrupting our vital rhythms, our breathing and the beating of our heart, music communicates moods and cognitive feelings. It is through these effects that Greek musicians differentiated among their seven “modes,” and eventually similar effects were associated to the various tonalities in the diatonic scale in the theory of composition by J. P. Rameau’s (ca. 1722-1762). We can modify the emotional perception of our cities by accompanying our walks with a sound track, today technology is even capable of eliminating ambient sound. Yet, in traditional cultures music always had a function, very much part of what we consider today its purely “aesthetic” appeal – accompanying

de festivales políticos y religiosos, cenas o batallas –contribuyendo a las atmósferas específicas de lugares, recintos, iglesias y salones festivos. Así como la música complementa, usualmente de forma dominante, nuestra percepción multisensorial de lugares, clima y topografía, la arquitectura tradicional se entendió como poseedora de un efecto similar sobre sitios urbanos y naturales, otorgando prioridad siempre a su condición situada.

La arquitectura se ha realizado a través de edificios permanentes, jardines y festivales efímeros; artefactos estos con variadas temporalidades “reales” que han creado memorias profundamente significativas en sus habitantes. Tales temporalidades difieren obviamente de la interpretación musical, mas no han de ser reducidas a forma objetual. El significado arquitectónico ocurre en situaciones que nunca están congeladas, que son fundamentalmente temporales y atmosféricas. Es cierto que la arquitectura puede asumirse como poseedora de una objetividad en sí evidente, una que hoy día aún podemos separar conceptualmente de su condición situacional climática y topográfica, y aislar en nuestras pantallas de computador.

No obstante, sería un error pretender que su significado pueda ser subsumido por virtud de su realidad como objeto. Dado que enmarca hábitos, gestos institucionalizados y acciones humanas, la arquitectura captura y escapa igualmente a nuestra atención. Se dirige esta de forma primordial a una conciencia motora pre-reflexiva que constituye, de acuerdo con la recientemente llamada ciencia cognitiva de “tercera generación”, el 80% del total de nuestra conciencia, con el 20% restante dedicado a la atención reflexiva y el juicio. Como lo demuestra la fenomenología, la percepción no es una construcción de la mente, sino que, por el contrario, el significado se encuentra siempre desde su génesis. La primacía de la sinestesia en la percepción, intuida por la filosofía romántica, fue postulada por los filósofos fenomenológicos del siglo veinte y ha sido científicamente corroborada (Pérez-Gómez, p. 139). Entendido así, a través de la fenomenología, es posible declarar que el significado en arquitectura no puede ser reducido a sus imágenes, ni concebido como el resultado de la pura objetividad del edificio como producto estético análogo a una escultura. La atmósfera se ofrece como un todo, en el momento mismo de nuestro encuentro corpóreo y multi-sensorial con un lugar, en la medida en que uno actúa enmarcado en el entorno arquitectónico. La atmósfera arquitectónica da por

political and religious festivals, dinners or battles -- and was a contributor to the specific atmosphere of places, rooms, churches and festive halls. Just like music complements, often in a very dominant fashion, our multisensory perception of places, climate and topography, traditional architecture was understood as having a similar effect upon its natural and urban sites, granting always priority to its situated condition.

Architecture has been realized in permanent buildings, gardens, and in ephemeral festivals; artifacts with varying “real” temporalities that have created profoundly significant memories for their inhabitants. Such temporalities obviously differ substantially from the performance of music, yet they cannot be reduced to objective form. Architectural meaning is given in situations that are anything but frozen, they are fundamentally temporal and atmospheric. It is true that architecture can be assumed to have a self-evident objectivity, one that today we can even conceptually separate from its topographical and climactic situatedness and isolate in our computer screens. Nevertheless, it is an error to pretend that its meanings can be subsumed by its reality as an object. As it frames habits, institutionalized gestures and human actions, architecture fades in and out from our attention. It addresses primarily motor, prereflective consciousness which constitutes, according to recent so-called “third generation” cognitive science and neurophenomenology, 80% of our total consciousness, with the last 20% taken up by reflective attention and judgment. Perception, as phenomenology demonstrates, is not a construction in the mind but is, on the contrary, meaningful always at its inception. The primacy of synesthesia in perception intuited by Romantic philosophy was clearly postulated by the phenomenological philosophers of the 20th century and has recently been scientifically corroborated (Pérez-Gómez, 139). It is thus that architectural meaning is understood through phenomenology and we can declare that architecture cannot be reduced to pictures or merely “objective” formal products. Atmosphere is given as a whole and, in a sense, at the very moment of one’s physical, embodied and multi-sensory encounter with a place, as one *acts* framed by the architectural environment. Thus the architectural atmosphere

lo tanto un tono a nuestras acciones significantes –la sintonía del ser a su ambiente que es fundamental precisamente por pasar desapercibida, mientras modula nuestro advertir de las cualidades que refuerzan o se contraponen a aquellas presentes en el clima y la topografía, construyendo una experiencia que puede hacerse memorable: una imagen poética, el efecto usualmente identificado como estético de la buena arquitectura, que es un segundo orden de significado en continuidad con el primero.

La analogía entre la música y la arquitectura cuyo objetivo último no es nada menos que la “buena vida”, saludable en cuerpo y mente, se hace explícita en los *Diez Libros* de Vitruvio del año 35 AC (Vitruvius 2002, Book 1). La arquitectura opera como entorno comunicativo: *su belleza es, de hecho, su significado pues contribuye a la salud humana y a la comprensión de quien somos, en un sentido existencial, en nuestro entorno natural y culturalmente determinado...* La innovación o la eficiencia no son preocupaciones de Vitruvio. Si las partes de los edificios han de estar en relaciones proporcionales acordes con proporciones matemáticas, no es esta una mera cuestión de composición formal. Los mismos números, que epitomizan la regularidad, se creía gobernaban los órdenes cósmicos y musicales, en particular la “danza celestial de las estrellas” del sol, la luna y los cinco planetas visibles, fundamentos igualmente del orden orientado y ortogonal de una ciudad equilibrada, de un entorno en sintonía que pudiese dar orden a las desordenadas vidas humanas. Vitruvio creía que era imperativo usar el nomen o reloj solar para traer el orden celestial a la tierra, para dar soporte a la geometría del entorno urbano, habilitando el trazado de las orientaciones cardinales (el *cardus* y el *decumanus*, calles principales norte-sur y este-oeste de una ciudad), y la determinación de las direcciones de los vientos, un conocimiento fundamental para orientar la ciudad de tal forma que fuese un entorno saludable para sus habitantes (Vitruvio, 29-31). Lo anterior, pensaba él, configuraba el *templum* de la arquitectura, el lugar fundacional y también el lugar para la contemplación del orden en sí, sobre el cual los edificios individuales y los espacios públicos podían ser trazados y construidos. Al trasladar la musicalidad celestial a la tierra, enmarcando situaciones en el tiempo a través de configuraciones geométricas, la arquitectura operaba como la música, contribuyendo a la salud psicosomática. Contribuía la

provides a tone for our significant actions – the attunement which is often all-important because it goes unnoticed, while it modulates our awareness of qualities that reinforce or become a counterpart of those present in climate and topography, constructing an experience liable to become memorable: A poetic image, the often identified aesthetic effect of good architecture, which is a second order meaning in continuity with the first.

The analogy of music and architecture for the sake of a good life is explicit in Vitruvius' *Ten Books* of 35BCE (Vitruvius 2002, Book 1). Architecture operates as a communicative setting: *its beauty is, in fact, its meaning as it contributes to human health and self-understanding.* Vitruvius is not concerned with innovation or efficiency. If parts of buildings must be in proportional relations according to mathematical ratios, this is not a question of mere formal composition. The same numbers, epitomizing regularity, were believed to govern musical and cosmic orders, in particular the “heavenly star-dance” of the sun, the moon and the five visible planets, also being at the base of the harmonious and well-tempered city, an attuned environment that could bring order to inherently disordered human lives. Vitruvius believed it was imperative to use the gnomon or shadow tracer to bring the order of the heavens down to earth, to bear on the geometry of the urban environment, enabling the tracing of the cardinal orientations (the *cardus* and *decumans*, the main north-south and east-west streets of a city), and the determination of the directions of the winds, a fundamental knowledge to orient the city so it could be a healthy environment for its inhabitants (Vitruvius, 29-31). This, he thought, was the configuration of the *templum* of architecture, the place of foundation and also the place for the contemplation of the order itself, upon which individual buildings and public spaces could be laid out and constructed. Translating the musicality of the heavens onto earth, framing situations in time through geometric configurations, architecture operated like music, contributing to psychosomatic health. It contributed in fact to the experience of humanity's participation in the providential order of nature and the cosmos, understood as a manifestation of the divine itself.

arquitectura de hecho a la experiencia de participación de la humanidad en el orden providencial de la naturaleza y el cosmos, entendido como manifestación de lo divino en sí acorde con la filosofía estoica. La armonía y la templanza, incorporadas a la cristiandad, permanecieron como valores centrales en la teoría arquitectónica a través del Renacimiento y bien entrado el periodo Barroco en el siglo diecisiete.

Recuperando temas clásicos del renacimiento e inspirado por el neoplatonismo cristiano de Marsilio Ficino, el héroe de la narrativa erótica cum tratado de arquitectura, *Hypnerotomachia Polifili* (1499) demuestra igualmente la naturaleza de la arquitectura como atmósfera musical. Polifilo registra el entendimiento primordialmente sinestético de la percepción predominante en el Renacimiento, proporcionando un excelente ejemplo que nos permite asir la totalidad de las posibilidades y potencial comunicativo del *Stimmung*. En *Hypnerotomachia* la arquitectura afecta al ser humano tocando en forma inmediata la conciencia corpórea; la narrativa incluso haciendo patentes las analogías que existen entre las armonías visibles y audibles en situaciones específicas. En un episodio temprano de la historia, Polifilo vive una experiencia quasi-erótica de plenitud en presencia de un bello frontispicio, el portal de uno de los fragmentos de arquitectura clásica que él encuentra durante el peregrinaje que emprende en busca de su amada Polia (Colonna, 1980, pp. 34-39). Describe él la experiencia tanto cognitiva como emocional de armonía presente en su inmediatez atmosférica, producida por la sensualidad de los materiales del edificio, sus texturas y colores, acompañados por una música sobrecogedora de incierto origen, y de las historias acerca de la buena y la mala fortuna (*concordia discors*) desplegada en la iconología del portal. Profundamente atraído por el monumento, Polifilo decide medir el edificio y aprende así que a la fachada la gobiernan proporciones generadas por los cuatro primeros números naturales, exactamente igual que la música tonal en la tradición pitagórica, y registra el descubrimiento como una lección para los futuros arquitectos. La arquitectura propicia así el bienestar al enmarcar la acción humana por medio de una catarsis estabilizante, llevando a una buena vida en vista de las incertidumbres del destino personal y lo agridulce de la experiencia humana, siempre gobernada por el deseo y frecuentemente desgarrada por sus embates. En el contexto del neoplatonismo, el fin último de la naturaleza humana es invariablemente

in Stoic philosophy. Harmony and temperance, incorporated into Christianity, remained the core values in architectural theory throughout the Renaissance and well until the end of the Baroque period in 17th century Europe.

Recovering classical themes during the Renaissance and inspired by Marsilio Ficino's Christian Neoplatonism, the hero of the erotic narrative *cum* architectural treatise *Hypnerotomachia Polifili* (1499) also demonstrated the nature of architecture as musical atmosphere. Polifilo registers the primary synesthetic understanding of perception prevailing in the Renaissance, a condition to grasp the full possibilities and communicative potential of *Stimmung*; one that allows harmonies to be visible as well as audible, touching the fullness of bodily consciousness. In an early episode of his narrative, Polifilo experiences quasi-erotic completeness in the presence of a beautiful frontispiece, the gateway of one of the fragments of classical architecture he encounters during the pilgrimage he undertakes seeking his beloved Polia (Colonna 1980, 34-49). He first describes the emotional and cognitive experience of harmony immediately present in the atmosphere, produced by the building's sensuous materials, textures and colors, accompanied by an overwhelming surrounding music of uncertain origin, and the stories about good and bad fortune (*concordia discors*) displayed in the iconology of the gate. Profoundly moved, he decides to measure the building, learning that the facade is governed by proportions generated by the first four natural numbers, exactly like tonal music in the Pythagorean tradition, and noting the discovery as an important lesson for future architects. Architecture thus propitiates wellbeing by framing human action; a stabilizing catharsis, a good life in view of the uncertainties of destiny and the bitter-sweetness of human experience, always driven and often torn

completarse, como un medio círculo que busca su faltante, tanto en el sentido físico (sexual) como espiritual: el ascenso del alma humana y su reconocimiento como parte de una totalidad. Esta realización última tiene lugar en el “templo del amor”, el único edificio con planta circular en toda la narrativa, donde Polia y Polifilo, quienes han venido caminando juntos ya por cierto tiempo, se reconocen finalmente como amantes respectivos: la arquitectura con su geometría perfecta da lugar a la compleción sexual, sancionada en un ritual dedicado a Venus quien también es revelación espiritual: *la perfecta consonancia*. El alma esférica, partida en dos al nacer, encuentra así su otra mitad, de acuerdo con la historia muchas veces contada por Platón: una sintonía perfecta en la más perfecta de las atmósferas limitada por un círculo, la figura también de mayor jerarquía entre las formas de edificios religiosos durante el Renacimiento, recomendadas en los tratados de Alberti, Francesco di Giorgio, Filarete y Paladio, y demostrada en la práctica de Bramante, entre otros, además de ser resonante con las definiciones de la figura divina en las obras de Nicola Cusano y Ficino: dios identificado con un círculo o esfera cuyo centro es ubicuo, al mismo tiempo presente en todo lugar.

En coincidencia con el culminar de la polifonía renacentista en la música expansiva y deliberadamente espacial de Giovanni Pierluigi da Palestrina, que de acuerdo con un biógrafo posee “una cierta cualidad de indefinición” creando “una atmósfera sobre la cual flota el espíritu” (Spitzer, p. 130), Andrea Palladio pudo imaginar la posibilidad de aplicar relaciones de proporcionalidad, tales como 4:2::2:1, a la armonía de los volúmenes, una *proporionalità* capaz de abarcar el diseño del espacio vivido enmarcando una buena vida e incluyendo esta vez sus tres direcciones: profundidad, ancho y altura. De hecho, tal concepto de secuencias de proporciones (a diferencia de la proporcionalidad simple de Alberti) implicaba ya fuera el tiempo (como en la música) o el volumen. Paladio se apropió de este concepto a través de su amistades y mecenas, como el matemático Sylvio Belli y del patrício veneciano Danielle Barbaro, quién concebía a la *proporionalità* como secreto último de las artes para participar de las “verdades necesarias” de las matemáticas. Barbaro hace sus observaciones en sus anotaciones a las secciones sobre la importancia de la armonía musical para la arquitectura (Libro 5, sobre teatro), en su propia traducción de los *Diez Libros* de Vitrubio (1556 en italiano y 1567

en inglés). The ultimate end is invariably completion, both physical (sexual) and spiritual, the ascent of the human soul and its recognition as part of a greater whole. This final realization takes place in a circular “Temple of Love,” the only circular building in the narrative, where Polia and Polifilo, who had been walking together for some time, finally recognize each other as their respective lovers: the sexual completion is enabled by the perfect architecture, sanctioned in a ritual devoted to Venus which is also a spiritual revelation: *the perfect consonance*. Thus the spherical soul, broken in two at birth, finds its other half, according to the tale often told by Plato: a perfect attunement in the most perfect of atmospheres bound by a circle, the highest point in the hierarchy of religious buildings in the Renaissance (also ascertained by Alberti and Bramante, among others, and resonant with Nicola Cusano’s and Ficino’s definition of God as a ubiquitous circle or sphere whose center is everywhere and nowhere).

Coinciding with the culmination of Renaissance polyphony in Giovanni Pierluigi da Palestrina’s expansive and deliberately spatial music, which according to a biographer possesses “a certain quality of indefiniteness” creating “an atmosphere on which the spirit floats” (Spitzer, 130), Andrea Palladio could imagine the possibility of applying relationships of ratios, such as 4:2::2:1, to the harmony of volumes, a *proportionalità* capable of encompassing the design of lived space framing a good life and now including its three directions: breadth, width and height. Indeed, this concept of a sequence of proportions (as opposed to a simple ratio) implied either time (as in music) or volume, and was made familiar to him by his acquaintances and patrons, like the mathematician Sylvio Belli and the Venetian patrician Danielle Barbaro, who thought of *proportionalità* as the ultimate secret of arts seeking to partake from the “necessary truths” of mathematics. Barbaro conveyed this emphasis in his annotations to the sections on music (Book 5, on the theatre), in his own translation of

en latín), para el cual Palladio contribuyó las ilustraciones.

De hecho, en su *Proemio* a aquella edición de Vitruvio, Barbaro trata de la teoría aristotélica del *habitus* y su aplicación a la arquitectura. Al enmarcar la actividad de costumbre, las acciones humanas habituales, la arquitectura contribuye a fomentar buenos hábitos en la sociedad con miras al bien común. Hacia tal fin, el arquitecto prudente busca la creatividad y la claridad teniendo en cuenta primero los valores y rituales emergentes de la cultura, las condiciones pre-existentes en el mundo cotidiano. En esto, como en la tradición de la “filosofía práctica” aristotélica, la arquitectura adquiere el estatus de “verdad contingente”. Sin embargo, Barbaro propone, la arquitectura es una de las artes que aspira igualmente a acercarse a la exactitud armónica de las “verdades necesarias”, aquellas cuyo modelo es la filosofía teórica aristotélica, verdades estas, de certeza matemática. Tales verdades necesarias se incorporan en forma de proporciones y *proportionalità*, fundamentales para que la arquitectura de lugar a una experiencia musical. Modulando espacios interiores y exteriores con estructuras dotadas de tal *proportionalità*, la arquitectura modula asimismo los hábitos en función de una armonía generalizada. Al aparecer en contrapunto a los hábitos, en primer plano tanto como desapareciendo, tal arquitectura armónica pudo habilitar y dar límite a las acciones humanas y revelar en última instancia el significado trascendental de la vida, que en ese periodo del siglo diecisésis significaba promover la sacralización de la vida humana en sí.

Puedo ofrecer como ejemplo la Basilica en Vicenza y su representación en el tratado teórico de Palladio, su *Quattro Libri* (Palladio, 2002, pp. 203-5). La proporcionalidad es central en su libro, entendida por primera vez en la historia de la arquitectura de Occidente como una aplicación al dibujo en “tres dimensiones”, coordinando las medidas de recintos, su profundidad, longitud y altura, de tal forma que transmitiesen una experiencia “sinfónica”. Palladio anota con esa intención sus ideas arquitectónicas, que aparecen como dibujos de sus obras en el libro. Propone así una Basilica perfectamente armónica para Vicenza, una que no obstante no se impone sobre la realidad demoliendo el edificio medieval preexistente. Cuando uno visita Vicenza, si uno no está atento al cuidado que el arquitecto

Vitruvius’ *Ten Books* (1556 in Italian and 1567 in Latin), for which Palladio provided the illustrations.

Indeed, in his *Proemio* to that edition of Vitruvius, Barbaro deals with the Aristotelian theory of *habitus* and its application to architecture. Framing customary activity, habitual human actions, architecture contributes to foster good habits in society in view of the common good. Towards this aim, the prudent architect seeks creativity and clarity “from the bottom-up,” acknowledging the mores of the cultural world. In this, and in the tradition of Aristotelian “practical philosophy,” architecture attains the status of “contingent truth.” Yet, Barbaro argues, architecture is one of the arts that also aspires to approximate the *ratio* of “necessary truths,” those whose model is Aristotelian theoretical philosophy, truths of mathematical certainty. Such necessary truths are embodied in proportions and *proportionalità*, which are also the basis of architecture’s potential musicality. Framing interior and exterior spaces with such musical structures modulate habits in view of overall harmony. Appearing in counterpoint to habits, foregrounded and disappearing, such harmonious architecture could enable and limit human actions and ultimately reveal life’s transcendental meaning, which for this period in the 16th Century meant promoting the sacralization of human life as such.

I may offer as an example the Basilica in Vicenza and its rendering in Palladio’s theoretical treatise, his *Quattro Libri* (Palladio 2002, 203-5). In the book proportionality is central, understood for the first time in the history of Western architecture in “three dimensions,” coordinating the measurements of rooms, their depth, length and height so that they convey a “symphonic” experience. Palladio notates in this way his architectural ideas, appearing as drawings of his work in the book. So he proposes a perfectly harmonic Basilica for Vicenza, one that nevertheless is NOT imposed on reality by demolishing a pre-existing medieval building. When one visits Vicenza, if one is not aware

ha puesto, puede uno suponer fácilmente que el edificio construido corresponde exactamente al dibujado. Pero no –Palladio no arrasó los edificios antiguos, hábitos congelados en sentido literal, para construir su proyecto ideal. El ideal de la música se incorpora, pero no se impone; cualifica la vida cotidiana para darle mayor *templanza*. La forma armónica tiene un efecto transformador sobre las funciones complejas y contradictorias que eran propias de los edificios en el centro de aquella ciudad renacentista y que fueron incorporados en su proyecto, incluidos burdeles, tabernas, lugares para impartir justicia y gobernar la ciudad.

La cultura europea comienza a cuestionar la centralidad de la música como paradigma para toda comprensión trascendental a finales del siglo diecisiete y durante el dieciocho. En los escritos de Claude Perrault (1673-83) encontramos los primeros cuestionamientos de la posición tradicional que entendía a la arquitectura como derivando su sentido fundamental (tanto emotivo como cognitivo) a través de una imitación (*mimesis*) del concierto silencioso o danza estelar cósmica, por medio de la implementación de operaciones matemáticas o geométricas. El deseo de una armonía en arquitectura se hizo recurrentemente manifiesto durante el siglo dieciocho, pero fue buscado por otros medios, indagando en una expresión análoga con el lenguaje denotativo y poético. Si bien se hizo énfasis en la importancia de la armonía como objetivo, la teoría del carácter del siglo dieciocho adoptó una analogía lingüística tomando el lugar de su precedente en las armonías musicales pitagóricas (Pérez-Gómez, 2016, pp. 71-86).

Un ejemplo notable de esta nueva actitud, que puede argumentarse es fértil aun hoy, lo encontramos en una obra publicada en 1780 por Nicolas Le Camus de Mezières titulada *Le Génie de l'architecture* (Le Camus, 1972). Creía Le Camus que la armonía y las atmósferas musicales podían buscarse en la analogía entre las dimensiones físicas y cualidades de la arquitectura con los sentimientos y emociones humanas, si bien no podían ser logradas por virtud de la prescripción teórica o las proporciones matemáticas, sino *tan solo a través de ficciones expresivas*, incorporables por medio de narrativas a experiencias arquitectónicas. Él rechazaba la creencia generalizada, aun prevalente, en la importancia de los órdenes clásicos y sus proporciones. Tal cambio aparentemente radical de números (proporción y geometría) a palabras con

of the care taken by the architect, one may easily suppose that the building built is exactly the one drawn. And yet it is not – Palladio did not raze the old buildings, literally frozen habits, to build his ideal project. The ideal music is embodied but not imposed; it qualifies everyday life to make it more *temperate*. The harmonic form has a transformative effect on the complex and contradictory functions that were housed by the buildings at the very center of the Renaissance city, including brothels, taverns, places for the imparting of justice and city governance.

European culture started to question the centrality of music as a paradigm for transcendental understanding in the late 17th and 18th centuries. The possibility of architecture attaining its meanings through a mimesis of the cosmic star dance (or silent concert) through the implementation of mathematical or geometric operations was questioned, specifically in the writings of Claude Perrault (1673-83). The desire for harmony in architecture was often voiced in the 18th century but different means were sought, seeking expression in analogy to denotative and poetic language. While still emphasizing the importance of harmony as a goal, 18th century character theory adopted a linguistic analogy to take the place of the older musical one (Pérez-Gómez 2016, 71-86).

A remarkable example of this new attitude, arguably still fertile today, is a work published in 1780 by Nicolas Le Camus de Mezières entitled *Le Génie de l'architecture* (Le Camus 1972). Le Camus believed that harmony and musical atmospheres could be sought in the analogy between the physical dimensions and qualities of architecture and human sensations, yet it could not be attained by theoretical prescription or mathematical ratios, *only through expressive fictions*, engaged through narratives. He rejected the generally still prevalent belief in the importance of the classical orders of columns and their proportions. This seemingly radical shift between numbers (proportion and geometry)

el propósito de crear atmósferas musicales puede resultar de difícil comprensión en nuestros días, en que las matemáticas son en su mayoría una disciplina abstracta que subraya una instrumentalidad tecnológica en *discontinuidad* radical con el lenguaje poético. Más de hecho no fue tal el caso del entendimiento original de las relaciones entre el *trivium* (las tres disciplinas del lenguaje: gramática, lógica (o dialéctica) y retórica) y el *quadrivium* (las cuatro disciplinas regidas por las matemáticas: aritmética, geometría, música y astrología) en la educación clásica. El lenguaje narrativo y el discursivo, pilares de toda educación y fundamento del *quadrivium*, fueron bien entendidos por Aristóteles en su filosofía práctica, como cruciales para obtener una sabiduría prudente en política y poética, *phronesis*: las verdades humanas que no tienen la precisión del silogismo matemático tal como en la filosofía teórica o *scientia*, pero que se dirigen a asuntos centrales de la existencia humana. Resulta interesante que la *phronesis* sea un cognato de la *templanza*, buscada por Palladio y Barbaro como lo he mostrado antes. Cicerón supo reconocer también esta asociación en sus escritos que preceden por poco a los de Vitrubio, dando una explicación del rango de significados relativos a la palabra griega *σώφρονα* (*sophrona*) y *σωφροσύνην* (*Sophrosini*) traducidas en latín como templaza, sabiduría, moderación y modestia (Spitzer, p. 81).

El libro de Le Camus ofrece la primera descripción cualitativa y detallada de los espacios arquitectónicos que componen una casa de habitación, indicando los estados anímicos de cada ámbito caracterizados a través de lenguaje literario y de la metáfora. Su intención es demostrar cómo es posible diseñar espacios apropiados para los diversos recintos de una casa de acuerdo a los rituales y hábitos enmarcados por cada lugar, que son experimentados a través de umbrales significativos en un crescendo reminiscente de la tensión erótica. En este tratado la centralidad que tiene la vivienda privada es notable. La música arquitectónica había concernido siempre al ámbito de lo público, al espacio social, donde el autoconocimiento ocurre a través de la participación en actos y rituales públicos, políticos y religiosos. Pero para Le Camus el asunto es más amplio que entender la casa como un tipo arquitectónico entre otros. A Le Camus le preocupaba mucho lo que él percibía ser una crisis de significado en arquitectura, en las experiencias espaciales creadas por sus contemporáneos y surgidas de la mentalidad científicas, y en escritos teóricos instrumentales que fallaban en no tratar cuestiones

and words for the purposes of musical atmospheres may be difficult to comprehend in our times, when mathematics are mostly an abstract discipline that underscores technological instrumentality, in radical *discontinuity* with poetic language. Yet this was hardly the case in the original understanding of the relationships between the *trivium* and the *quadrivium* in Classical learning. Narrative and discursive language, the substance of rhetoric, was well understood by Aristotle in his practical philosophy as crucial for attaining prudent wisdom in politics and poetics, *phronesis*: human truths that do not have the precision of mathematical syllogisms like in theoretical philosophy or *scientia*, yet address the central questions of human existence. Interestingly, *phronesis* is a cognate of temperance, sought by Palladio and Barbaro as I have shown above. This association was also recognized by Cicero, writing close to the time of Vitruvius, explaining the range of meanings related to the Greek *σώφρονα* (*sophrona*) and *σωφροσύνην* (*sophrosini*) rendered as Latin temperance, wisdom, moderation and modesty (Spitzer, 81).

Le Camus' book presents the earliest ever thorough qualitative description of architectural "space" in a human dwelling; moods are characterized through literary language and metaphor, as they are deemed appropriate for the diverse rooms of a house, which are experienced in a crescendo reminiscent of erotic tension. The centrality of the private house as an example is of note, and also a first in this treatise: architectural music had always concerned the public realm, the space of appearance, where self-understanding came about through participation in public actions and rituals, political and religious. But for Le Camus the issue is broader than the private house as one architectural type among others. Le Camus was very concerned by what he perceived as a crisis of meaning in architecture, in the spatial experiences created by his contemporaries brought about by scientific mentalities, and in instrumental

metafísicas. Su interés fundamental era la posibilidad de un habitar poético y su habilitación en arquitectura como música atmosférica, en una época de la modernidad temprana en que la primacía y realidad de los lugares *cualitativos* que aparecían siempre en la existencia humana estaba siendo cuestionada por virtud de un pensamiento filosófico y científico que postulaba en cambio la primacía de un espacio homogéneo y geométrico (con sus orígenes en la ciencia física de Galileo y Newton). Habitar es una sinfonía de experiencias, atmósferas apropiadas a tono con los ánimos adecuados para las diferentes funciones de la casa – que incluyen arquetipos de las acciones humanas, que van desde los sobrios recintos públicos (o salones), al deleitante lugar para cenar, la privacidad del cuarto de baño y la alcoba. Las atmósferas son descritas cuidadosamente, haciendo énfasis en características tales como la luz y la sombra, texturas, colores, sonido y olor, todas ellas cualidades identificadas con la experiencia tradicional de lugar. Los recintos se ven conectados por medio de umbrales estableciendo un ritmo, como silencios musicales o ligaduras preparando cada vez un nuevo tema. Todo culmina en el lugar del amor y el sexo, pero también, tradicionalmente, el recinto dedicado a las mujeres en la casa francesa tradicional (el *hôtel particulier*), lugar avocado a la lectura y al recogimiento espiritual, un ubicuo boudoir. Como se hace evidente en otras de sus obras, una fascinación de Le Camus era el posible conocimiento espiritual derivado del Eros amor sexual (Pelletier, 2006). Podemos recordar las palabras de Marsilio Ficino en su comentario sobre *El Banquete*, de Platón: “Platón llama al amor una cosa amarga. Y no equivocadamente porque todo quien ama, muere. Y Orfeo le llama *gluchupicron*, que es, ‘agridulce’. Ciertamente dado que el amor es una muerte voluntaria” (Ficino, 1985, p. 55). Como nos recuerda Octavio Paz, esta reciprocidad entre la vida y la muerte, irreconciliable a través de la razón, coincide y tiene sentido en aquellos momentos de incandescencia de los que nos hace participes un artefacto poético. Es así que la arquitectura ofrece posibilidades de plenitud, momentos en los cuales, aunque de forma efímera, la atmósfera que propicia el momento se desvanece, para hacerse una con la conciencia misma. Al igual que las experiencias de orientación existencial buscadas por la arquitectura pre-moderna en templos e iglesias, la arquitectura de la modernidad temprana en Le Camus nos ofrece el conocimiento fundamental de nuestro propósito, a la vez cognitivo y emocional a la vez, hecho posible por las atmósferas musicales.

theoretical writings that failed to address metaphysical questions. The issue was the possibility of poetic human dwelling and its deployment as musical atmosphere, at a time when the primacy and reality of the qualitative *places* that always appeared for human existence was being questioned by philosophical and scientific thinking, which postulated instead the primacy of homogeneous geometrical (Galilean, Newtonian) space. Dwelling is a symphony of experiences, appropriate atmospheres in tune with the adequate moods for the different functions of the house – that include archetypal human actions, ranging from the sober public rooms (or living rooms), to the delightful place for dining, the privacy of the toilet and the bedroom. The atmospheres are carefully described, emphasizing characteristics such as light and shadow, textures, colors, sound and smell, all qualities identified with the traditional experience of place. These are connected through thresholds, establishing a rhythm, like musical silences or bridges preparing every time for a new theme. Everything culminates in the place for love and sex, but also, traditionally, of learning and spiritual recollection, a ubiquitous boudoir. As evidenced in some of his other works, Le Camus was fascinated by the possible spiritual knowledge brought about by Eros (Pelletier 2006). We may remember Marsilio Ficino's words in his commentary on Plato's *Symposium*: “Plato calls Love a bitter thing. And not wrongly, because anyone who loves, dies. And Orpheus calls him *gluchupichron*, that is, ‘bitter-sweet.’ Certainly, since love is a voluntary death” (Ficino 1985, 55). This reciprocity of life and death is, according to Octavio Paz, the master metaphor for poetic expression: life and death, irreconcilable through reason, made to coincide and make sense “in a single moment of incandescence” through a poetic artefact. Thus architecture offers a moment of poetic completion in which, however ephemeral, the atmosphere that prepared the moment vanishes to become one with consciousness itself, and is thus kindred to spiritual experiences that were always sought by the architecture of the past, in temples and churches: the fundamental knowledge of purpose, both cognitive and emotional, made possible by musical atmospheres.

A pesar del obvio interés teatral y voyerista presente en la narrativa de Le Camus – había incluso pasajes secretos en la casa para que su dueño observase todas las actividades – es posible argumentar que su posición sobre la naturaleza de la experiencia y el significado arquitectónicos sobrepasó la filosofía de las sensaciones del siglo dieciocho. La experiencia se adquiere por los sentidos, entendidos obviamente a través de la psicología cartesiana como mecanismos independientes, que no obstante contribuyen a recuperar el significado por medio de la emoción. Al entramar este proceso escogiendo además deliberadamente la narrativa como discurso teórico, rechazando a la vez toda aplicación instrumental, Le Camus recupera la sinesesthesia como territorio del significado en arquitectura y con ello la posibilidad de una arquitectura poética capaz de ofrecer atmosferas musicales a la experiencia.

La estructura de la arquitectura da firmeza y coherencia tectónica a los edificios, en diálogo con su situación topográfica y despliegue programático. La arquitectura tiene entonces la capacidad de cantar *dentro* y *a través* nuestro, haciendo manifiestas sus armonías directamente tanto a nuestra conciencia pre-reflexiva como reflexiva. Podemos ciertamente conceder que los mismos principios del diseño atmosférico pueden usarse con fines ideológicos, propagandistas y comerciales, como en tiendas propiciando el consumo o en concentraciones políticas, facilitando la comunicación de algún dogma. Y, sin embargo, las atmosferas musicales que nos ofrece la arquitectura pueden en última instancia revelar la atmósfera como espíritu, el aire mismo que respiramos y nos da vida, lo inefable en nuestra existencia, una experiencia de integración de nuestra conciencia con el mundo que es en su concepción sagrada. ¿No es este de hecho el “significado” de toda gran música – su poder de terapéutico, capaz de acompañarnos y devolvernos un sentido en múltiples situaciones? Las atmósferas musicales, acordando una sintonía ordinaria, que, de acuerdo con Heidegger se manifiesta de forma más potente en el *Dasein* – la existencia misma, nos ofrece extraordinarias posibilidades, particularmente una apertura a esas divinidades que nos arrasan, tal como Afrodita sedujese a Helena de Troya, o Ares a los guerreros en alguna batalla, tonalidades o sentimientos que nos vienen desde fuera y tienen la capacidad de revelar el sentido mismo de la existencia.

Permítaseme hacer énfasis sobre el hecho de que no existe una aporía al entender las atmósferas musicales

Despite an obvious theatrical and voyeuristic interest present in Le Camus' narrative -- there were even hidden passages in the house for the owner to observe all activities-- it could be argued that he went beyond the eighteenth century philosophy of sensations. Experience is acquired from the senses, obviously understood through Cartesian psychology as independent mechanisms, yet they contribute to recover meaning by means of emotion. By emplotting this process and deliberately choosing narrative as the discourse of theory while rejecting all instrumental applications, Le Camus recovered synesthesia as a ground of architectural meaning and with it the possibility of a poetic architecture capable of offering musical atmospheres to experience.

The structure of architecture in buildings offers fixity and tectonic coherence in dialogue with their topographic situation and programmatic deployment. Architecture thus has the capacity of singing *in* and *through* us, voicing its harmonies directly to both our prereflective and reflective awareness. We can certainly grant that the same principles of atmospheric design can be used for ideological, propagandist and commercial purposes, as in department stores or political rallies. Yet, the musical atmospheres gifted by architecture may ultimately reveal atmosphere as spirit, the ineffable which we are in existence, a wholeness that is also Holy. Isn't this in fact the "meaning" of all great music – it's healing power? Musical atmospheres, negotiating ordinary attunement, which according to Heidegger is the most powerful in *Dasein*, with extraordinary possibilities, an openness to those divinities that sweep us away, like Aphrodite seduced Helen of Troy, have the capacity to reveal the very purposefulness of existence.

como emocionales e inteligibles a la vez, estructuradas y efímeras. La filosofía romántica reconoció, tal como el gran poeta Rainer Maria Rilke un siglo después, que “lo interior es lo externo”, mi estado de ánimo es el “temperamento” del medio ambiente. Lo que es más, *Stimmung* preservó sus aspiraciones musicales aun siendo formulado a través del lenguaje poético, en formas líricas y narrativas novelísticas. A partir del siglo diecinueve la novela se volvió una forma central de expresión cultural, siendo eventualmente adoptada por casi todas las culturas del mundo y llevada al cine y la televisión: el relato de historias que tratan con asuntos humanos es el verdadero descendiente de la filosofía práctica en la tradición de Aristóteles, que lleva a la *phronesis*, la sabiduría o prudencia, articulando verdades humanas siempre situadas, y así hace posible la buena vida. Asir la importancia primaria que tiene el lenguaje poético para la expresión artística, aparece entonces como un asunto central en relación con la búsqueda de *Stimmung* como significado: para el diseño de atmósferas apropiadas y “a tono” con situaciones humanas en arquitectura en la modernidad, pasado el siglo diecinueve y hasta nuestros días.

La búsqueda de entornos en sintonía, para lograr atmósferas musicales en arquitectura y diseño urbano, constituye por lo tanto una verdadera alternativa a los populares objetivos de la ecología y la sustentabilidad. Por encima y más allá de los asuntos técnicos y las novedades formales, la arquitectura puede de tal forma contribuir a elevar la dimensión espiritual de la existencia humana, quizás hacia una genuina hermandad de la humanidad. El asunto es de hecho la salud psicosomática. *Atmos*, raíz de atmósfera, se encuentra igualmente en *Atman*, palabra más esencial del sánscrito, la indivisa conciencia universal – asociada con el aire, el clima y nuestra respiración en la meditación, espíritu y alma: nuestra conciencia de la continuidad entre la conciencia pre-reflexiva y reflexiva en los estados del sueño y la vigilia. Privilegiar una tal modalidad del espacio arquitectónico, evadiendo signos con significados denotativos, estilos personales, y estatus formales tendientes a la ideología y la idolatría, la arquitectura puede revelar una presencia de lo divino en el mundo, el *silencio* que subyace y hace posible nuestro ser lingüístico, que no es otra cosa que nuestro propio reconocimiento como seres con un propósito: algo que es inherente a nuestra biología pero que tendemos a cuestionar e incluso negar intelectualmente, propiciados por nuestros auto-generados entornos nihilistas.



Let me emphasize that there is no aporia in the understanding of musical atmospheres as both emotional and intelligible, structured and ephemeral. Romantic philosophy recognized, like Rilke much later, that “the inner is the outer.” Furthermore, *Stimmung* preserved its musical aspirations while being formulated through poetic language, in lyrical forms and novelistic narratives. The novel became since the 19th C. the central form of cultural expression, later to be adopted by almost all world cultures and rendered into movies and television: the telling of stories that deal with human issues, the true modern heir to a practical philosophy in the tradition of Aristotle leading to *phronesis*, wisdom, articulating human, situated truths and enabling a good life. Grasping the primary importance of poetic language for artistic expression thus appears as a central issue to be explored in relation to the enactment of *Stimmung* in modernity after the 19th century and up to our own times.

The quest for attuned environments, for musical atmospheres in architecture and urban design, is thus truly a comprehensive alternative to merely ecological and sustainable cities. Over and beyond technical issues and formal novelties, architecture may thus contribute to further the spiritual dimensions of human existence, perhaps even a genuine human brotherhood. The issue is indeed psychosomatic health. *Atmos*, the root of atmosphere, is also in the more primary Sanskrit word *Atman*, the undivided universal consciousness -- associated with air, climate and our breathing in meditation, spirit and soul: our awareness of the continuity between prereflective and reflective consciousness in dream and awaken states. Privileging this modality of architectural space, avoiding signs with denotative meanings, personal styles, and formal status symbols prone to ideology and idolatry, architecture could reveal a presence of the divine in the world, the *silence* which underscores and makes possible our linguistic being, which is nothing other than our self-recognition as purposeful: something which is hard-wired in our biology but that we tend to question and even deny intellectually, propitiated by our self-made nihilistic environments.



■ REFERENCIAS

Alberti, L. B. (1965). *Ten Books on Architecture*. trans. J. Leoni (1755), ed. J. Rykwert. London: Tiranti.

Barbaro, D. *Dieci libri dell'architettura di M. Vitruvio*, trans., 1556

Böhme, G; Borch, C; Eliasson, O y Pallasmaa, J. (2014). *Architectural Atmospheres, On the Experience and Politics of Architecture*. Basel: Birkhäuser.

Böhme, G. (1995). *Atmosphäre Essays zur neuen Ästhetik*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Böhme, G. (1998). Atmosphere as an Aesthetic Concept, *Daidalos* 68.

Böhme, G. (2006). *Architektur und Atmosphäre*. Munich: Wilhelm Fink Verlag.

Colonna, F (1980). *Hypnerotomachia Poliphili*, ed. by G. Pozzi and L. A. Ciapponi. Padova: Editrice Atenore.

Ficino, M. (1985). *Commentary on Plato's Symposium*. Dallas TX: Spring Publications.

Griffero, T. (2014). *Atmospheres: Aesthetics of Emotional Spaces*. Farnham UK: Ashgate.

Le Camus de Mézières, N. (1972). *Le génie de l'architecture ou l'analogie de cet art avec nos sensations*. Geneva: Minkoff.

Pallasmaa, J. y Zumthor, P. (2014). *Building Atmosphere, oase#91*. Rotterdam, nai101.

Pelletier, L. (2006). *Architecture in Words, Theatre, Language and the Sensuous Space of Architecture*. London UK: Routledge.

Pérez-Gómez, A. (2016). *Attunement, Architectural Meaning after the Crisis of Modern Science*. Cambridge MA: MIT Press.

Pérez-Gómez, A. (2016). Architecture as the Space of Desire: *The Hypnerotomachia Poliphili*, in *Timely Meditations, Collected Essays on Architecture*, vol. 1. Montreal: Rightangle Intl.

■ REFERENCE

Alberti, L. B. (1965). *Ten Books on Architecture*. trans. J. Leoni (1755), ed. J. Rykwert. London: Tiranti.

Barbaro, D. *Dieci libri dell'architettura di M. Vitruvio*, trans., 1556

Böhme, G; Borch, C; Eliasson, O & Pallasmaa, J. (2014). *Architectural Atmospheres, On the Experience and Politics of Architecture*. Basel: Birkhäuser.

Böhme, G. (1995). *Atmosphäre Essays zur neuen Ästhetik*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Böhme, G. (1998). Atmosphere as an Aesthetic Concept, *Daidalos* 68.

Böhme, G. (2006). *Architektur und Atmosphäre*. Munich: Wilhelm Fink Verlag.

Colonna, F (1980). *Hypnerotomachia Poliphili*, ed. by G. Pozzi and L. A. Ciapponi. Padova: Editrice Atenore.

Ficino, M. (1985). *Commentary on Plato's Symposium*. Dallas TX: Spring Publications.

Griffero, T. (2014). *Atmospheres: Aesthetics of Emotional Spaces*. Farnham UK: Ashgate.

Le Camus de Mézières, N. (1972). *Le génie de l'architecture ou l'analogie de cet art avec nos sensations*. Geneva: Minkoff.

Pallasmaa, J. y Zumthor, P. (2014). *Building Atmosphere, oase#91*. Rotterdam, nai101.

Pelletier, L. (2006). *Architecture in Words, Theatre, Language and the Sensuous Space of Architecture*. London UK: Routledge.

Pérez-Gómez, A. (2016). *Attunement, Architectural Meaning after the Crisis of Modern Science*. Cambridge MA: MIT Press.

Pérez-Gómez, A. (2016). Architecture as the Space of Desire: *The Hypnerotomachia Poliphili*, in *Timely Meditations, Collected Essays on Architecture*, vol. 1. Montreal: Rightangle Intl.

- Pérez-Gómez, A. (2016). Claude Perrault and the Early Modern Instrumentalization of Architectural Theory, in *Timely Meditations, Collected Essays on Architecture*, vol. 1. Montreal: Rightangle Intl.
- Spitzer, L. (1963). *Classical and Christian Ideas of World Harmony, Prolegomena to an Interpretation of the Word "Stimmung"*. Baltimore, ME: Johns Hopkins University Press.
- Vitruvius. (2002). *Ten Books on Architecture*, I. D. Rowland and T.N. Howe eds. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Wigley, M. (1998). The Architecture of Atmosphere, *Daidalos* 68.
- Zumthor, P. (2006). *Atmospheres*. Basel: Birkhäuser.
- Pérez-Gómez, A. (2016). Claude Perrault and the Early Modern Instrumentalization of Architectural Theory, in *Timely Meditations, Collected Essays on Architecture*, vol. 1. Montreal: Rightangle Intl.
- Spitzer, L. (1963). *Classical and Christian Ideas of World Harmony, Prolegomena to an Interpretation of the Word "Stimmung"*. Baltimore, ME: Johns Hopkins University Press.
- Vitruvius. (2002). *Ten Books on Architecture*, I. D. Rowland and T.N. Howe eds. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Wigley, M. (1998). The Architecture of Atmosphere, *Daidalos* 68.
- Zumthor, P. (2006). *Atmospheres*. Basel: Birkhäuser.
- Alberto Pérez-Gómez nació en la Ciudad de México, donde estudió arquitectura, empezó su carrera académica y ejerció brevemente la profesión. Tras efectuar estudios de postgrado en la Universidad de Cornell y de obtener una Maestría (MA) y Doctorado (Ph.D.) otorgados por la Universidad de Essex, en el Reino Unido, inició su carrera académica dando clases en la prestigiosa Architectural Association School de Londres, y subsecuentemente en las escuelas de arquitectura de las universidades de Toronto, Canadá, y en Syracuse y Houston, en los Estados Unidos. En 1983 fue nombrado Director de la Escuela de Arquitectura de Carleton University. Reconocido internacionalmente a raíz de la publicación de su primer libro, el Dr. Pérez-Gómez ha dado conferencias y participado como invitado distinguido en múltiples congresos en Europa, Asia, Australia y América del Norte y Sur. Es autor de numerosos artículos publicados en las revistas profesionales más prestigiosas, así como de capítulos en numerosos libros. Desde 1988 hasta 2017 fue el Editor Ejecutivo de una serie de siete volúmenes de ensayos intitulada CHORA: Intervals in the Philosophy of Architecture, publicada por McGill-Queen's University Press.

INICIATIVAS LOCALES



LOCAL INITIATIVES

INTRODUCCIÓN

Una de las principales razones por las cuales el tema central del XII Seminario Internacional de Arquitectura es el confort, tiene que ver con que en esta ocasión el evento marcará la conclusión del proyecto de investigación “Diseño y construcción de edificios apropiados al clima en los trópicos; herramientas y estrategias para mejorar el confort humano en Colombia”, un proyecto financiado por la Royal Academy of Engineering, liderado por el Programa de Arquitectura de la Universidad Piloto de Colombia, en colaboración con la Universidad de Bath, Buro Happold Engineering, Lacunae Ltd en el Reino Unido, y con el apoyo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en Colombia. Este proyecto ha dado un paso importante en el estudio del confort para edificaciones colombianas al poner datos meteorológicos históricos locales abiertamente disponibles en línea (véase [www.
http://clima-colombia.org/](http://clima-colombia.org/)), utilizando herramientas de visualización destinadas a describir cada una de las variables, y proporcionar archivos descargables listos para su uso con los motores de simulación estándar.

One of the main reasons to have chosen Comfort as the central theme for the XII International Seminar on Architecture, is that on this occasion, the event will mark the conclusion of the research project “*Climate Driven Building Design and Construction in The Tropics; Tools and Strategies to Improve Human Comfort in Colombia*”, a project funded by the Royal Academy of Engineering, led by the Architecture Program of the Universidad Piloto de Colombia, in collaboration with the University of Bath, Buro Happold Engineering, Lacunae Ltd in the United Kingdom, and with the support of the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM) in Colombia. This project has taken an important step in the study of comfort for Colombian buildings by placing local historical meteorological data openly available online, using visualization tools designed to describe each of the variables, and providing downloadable files ready for use by standard simulation engines.

Una vez discutidas diversas visiones sobre el confort en arquitectura dentro de las dos secciones anteriores, esta sección reúne actores locales que están trabajando en iniciativas de investigación o gestión relacionadas con el tema en cuestión, y pretende promover la creación de una red de conocimiento especializado en el tema.

En el primer artículo presentado, “Modelación y representación de datos climáticos en los trópicos: una aplicación piloto para Colombia”, Roland Hudson y Rodrigo Velasco explican el trabajo realizado dentro de la investigación citada anteriormente, y se presentan por primera vez la totalidad de datos y herramientas abiertamente disponibles en línea, producto del proceso. En el segundo artículo, “La necesidad de un modelo de medición para el confort térmico en Colombia”, Carolina Rodríguez y María Camila Coronado de la Universidad Piloto de Colombia en colaboración con Martha D’Alessandro del Politecnico de Milano destacan las ventajas y oportunidades del uso de sistemas pasivos para alcanzar condiciones de confort térmico en edificaciones, y proyectan una revisión literaria enfocada a su posible aplicación en Colombia. En la tercera contribución “Condiciones climáticas de diseño en regiones tropicales”, Fabio Clavijo de Acaire expone los resultados de estudios realizados por la institución mediante el análisis de datos históricos de IDEAM para dieciseis ciudades colombianas. En “El dilema

Having discussed a variety of visions regarding comfort in architecture within the previous two sections, this section brings together local actors who are working on research and / or project initiatives related to the subject in question, and aims to promote the creation of a specialized knowledge network on the subject.

In the first article presented, “Modeling and Representation of Climatic Data in the Tropics: A Pilot Application for Colombia,” Roland Hudson and Rodrigo Velasco explain the work done within the research cited above, whilst the data and tools produced are presented for the first time. In the second article, “The Need for a Measurement Model for Thermal Comfort in Colombia,” Carolina Rodríguez and María Camila Coronado from Universidad Piloto de Colombia in collaboration with Martha D’Alessandro from Politecnico de Milano highlight the advantages and opportunities of the use of passive systems to achieve thermal comfort conditions in buildings, and present a literary review focused on its possible application in Colombia. In the third contribution “Climatic Design Conditions in Tropical Regions,” Fabio Clavijo from Acaire exposes the results of studies carried out by the institution resulting from the analysis of IDEAM historical data for 16 Colombian cities. In the following contribution, “The dilemma of public space: quantity or

del espacio público: ¿cantidad o calidad?”, Martha Moreno de Camacol Cundinamarca reflexiona sobre el confort llevándolo al ámbito del espacio público, y de manera particular con ejemplos de buenas prácticas en Colombia. Finalmente, en “Sostenibilidad integral y su aplicación a espacios corporativos”, Cristina Gamboa del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) esboza principios generales de diseño e introduce la institución que representa.

quality?” Martha Moreno from Camacol Cundinamarca reflects on the subject of comfort in public spaces, and present examples of good practices in Colombia. Finally, in “Comprehensive Sustainability and its Application to Corporate Spaces,” Cristina Gamboa from the Colombian Council for Sustainable Construction (CCCS) outlines general design principles and introduces the institution she represents.

» HERRAMIENTAS PARA LA VISUALIZACIÓN DE DATOS

Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA APLICADAS A COLOMBIA

CLIMATE VISUALIZATION «
AND CLASSIFICATION

TOOLS FOR COLOMBIA

■ INTRODUCCIÓN

Entender el clima local es un factor crítico en el diseño de edificios, lo cual requiere investigación continua para ampliar su alcance, profundización de la información base y búsqueda de correlaciones entre datos. En las regiones tropicales, el clima puede variar significativamente en áreas relativamente pequeñas; los cambios de altitud y la geografía definen condiciones que agregan complejidad a los patrones climáticos típicos, y al mismo tiempo la escasez de datos dificulta la comprensión de los mismos. La escasez de estrategias de diseño y herramientas bioclimáticas computacionales diseñadas para los trópicos muchas veces implica que las estrategias básicas de diseño para el confort (Olgay, 1963, Givoni, 1976) sean poco entendidas y utilizadas.

En colaboración con ingenieros de la Universidad de Bath y Buro Happold, presentamos el trabajo de un proyecto basado en los nuevos datos climáticos disponibles para Colombia. Nuestro trabajo comienza con el procesamiento y formateo de los datos climáticos brutos y la producción de archivos en formatos que admiten una amplia gama de usuarios. Más allá de esto, se han desarrollado herramientas de visualización de datos climáticos en línea con el fin de ayudar a más personas a comprender las relaciones entre el clima, la topografía y el confort humano de Colombia.

■ ANTECEDENTES

La distribución de datos climáticos libres disponibles en Ladybug.tools epwmap (2017) muestra la

■ INTRODUCTION

The climate of a region is a key determinant of the functional requirements to be considered in the design of buildings. Understanding a site's climatic characteristics indicates design strategies that can define comfortable living conditions inside a building. Conditions in tropical regions are characterised by daily variations whereas at higher latitudes seasonal variation is the dominant characteristic. Understanding tropical climates is difficult due to a paucity of data but also because studies on tropical climates and design strategies in published literature are based on approximations developed for higher latitudes. The scarcity of data and appropriate design strategies means basic low-energy design approaches (Olgay and Olgay, 1963 and Givoni, 1976) are poorly understood and underutilized in the tropics.

In collaboration with the University of Bath and Buro Happold engineers we present work-in-progress of a project builds on the newly available climate data for Colombia. The project is funded by the Universidad Piloto de Colombia and the Newton Caldas fund via the Royal Society of Engineers. Our work starts with processing and formatting the raw climate data and producing files in formats that support a wide range of users, presenting a climate classification particularly produced to represent human comfort. Beyond this we plan to make online, climate data visualisation tools that help more people understand the relationships between Colombia's climate, topography and human comfort.

■ BACKGROUND

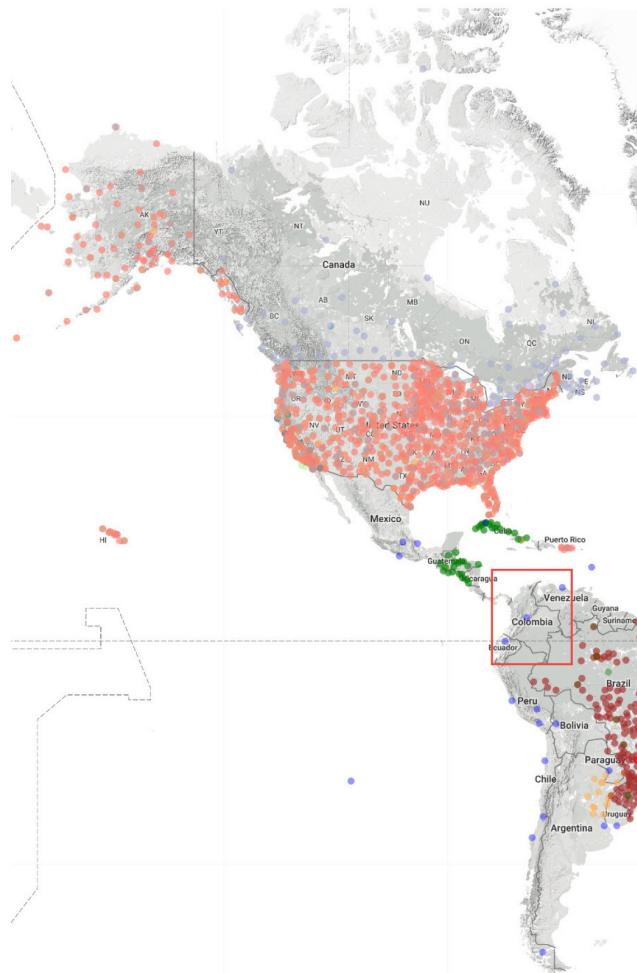
The distribution of available free climate data on the Ladybug.tools epwmap (2017) shows the

escasez de datos en Sudamérica ecuatorial ([figuras 1 y 2](#)) y de manera particular en Colombia, donde sólo se dispone de datos para Bogotá.

IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) maneja 4.483 estaciones meteorológicas del terreno (IDEAM, n. d.). ([Figura 2](#)). El acceso abierto a estos datos representa un cambio masivo en la granularidad de la información. Nuestro desafío, dada la combinación de terreno montañoso, clima variable y cantidad de datos, es hacer que esta información sea lo más útil posible para que el mayor número de personas tenga el mayor impacto.

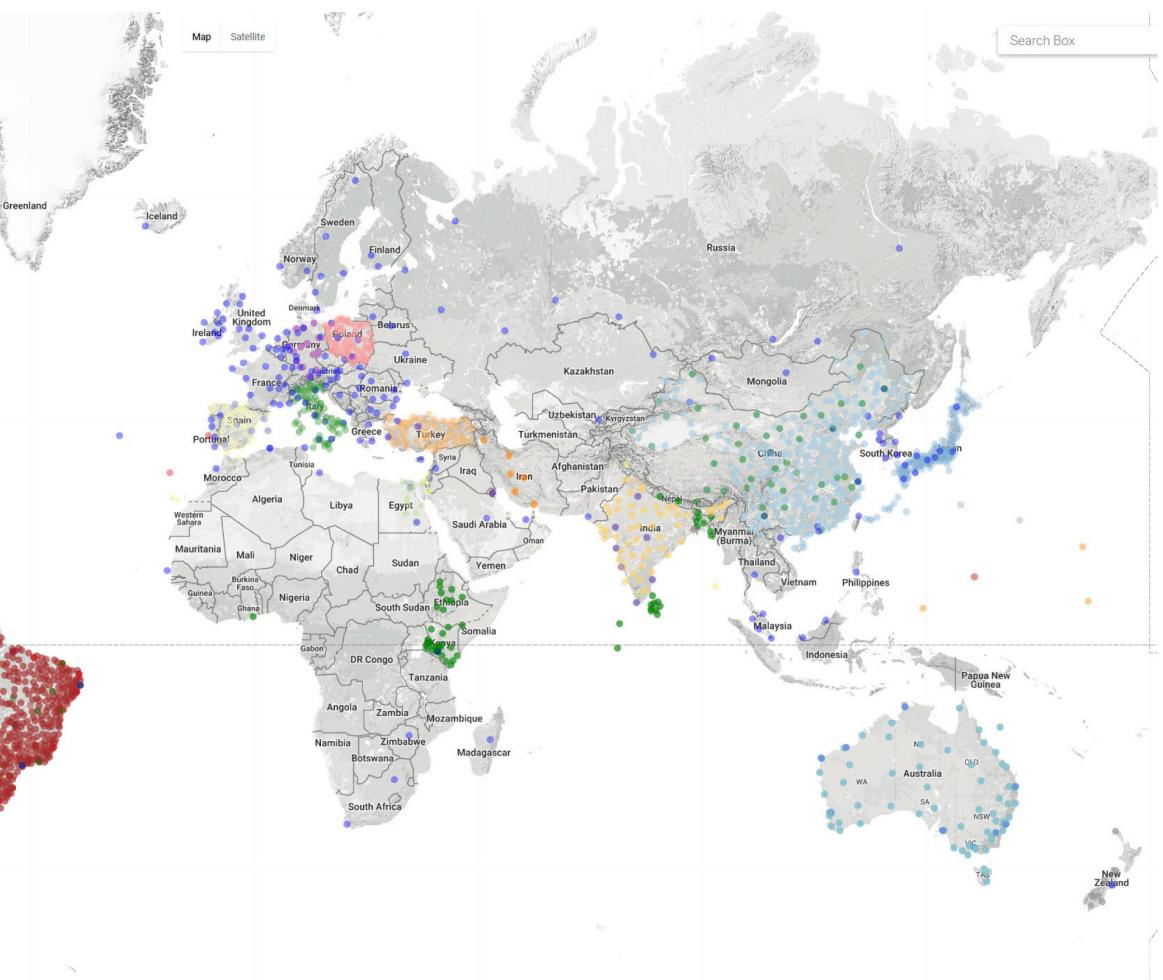
sparsity of data in equatorial South America ([Figures 1 and 2](#)) and particularly in Colombia where only data for Bogota El Dorado airport is available.

Colombia's IDEAM manages 4483 terrain weather stations (IDEAM, n.d.). ([figure 2](#)). Open access to this data represents a massive change the granularity of information. Our challenge, given the combination of mountainous terrain, variable climate and quantity of data is to make this data as useful as possible to the greatest number of people to make the greatest impact.

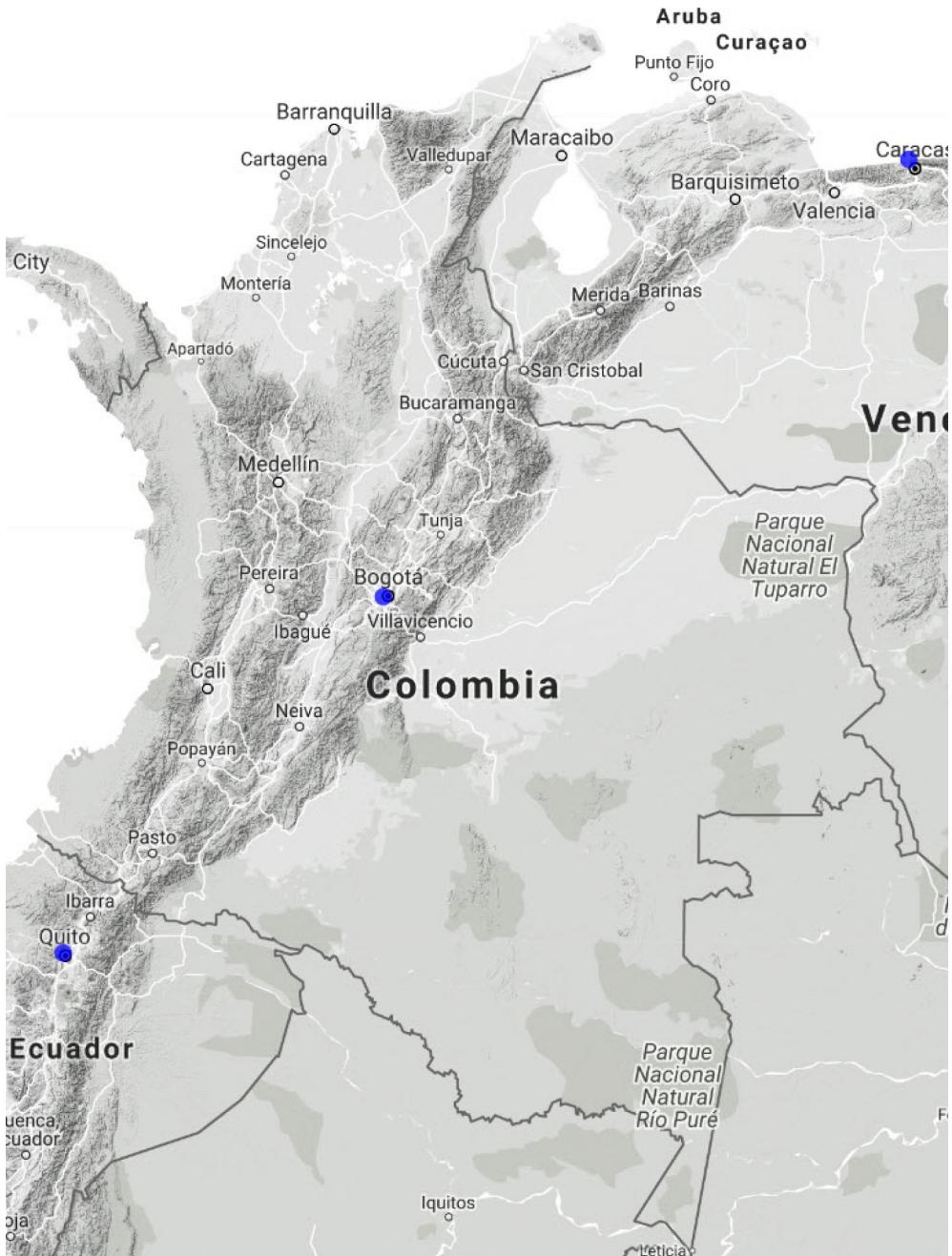


1.

Figura 1. Disponibilidad global de datos climáticos gratuitos (Ladybug.tools, 2017).
Figure 1. Global availability of free climate data (Ladybug tools, 2017).



2.



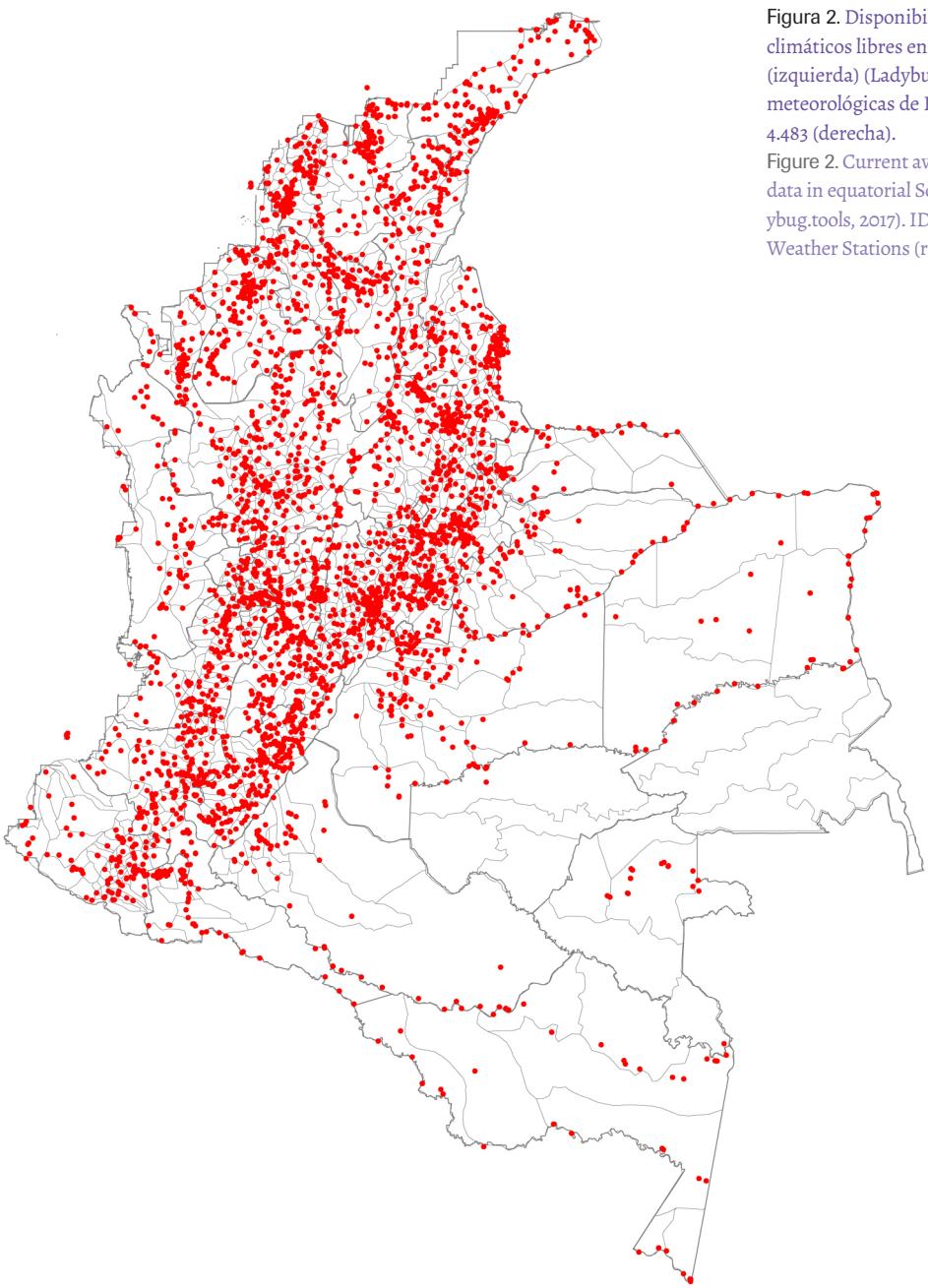


Figura 2. Disponibilidad actual de datos climáticos libres en Sudamérica ecuatorial (izquierda) (Ladybug.tools, 2017). Estaciones meteorológicas de IDEAM en Colombia 4.483 (derecha).

Figure 2. Current availability of free climate data in equatorial South America (left) (Ladybug.tools, 2017). IDEAM's Colombian 4483 Weather Stations (right).

■ HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN

» VISUALIZACIÓN DEL CLIMA

Las herramientas de visualización de datos climáticos existentes se pueden clasificar de acuerdo a como se implementan:

- Aplicaciones obsoletas independientes (herramienta meteorológica en Ecotect (Marsh, 2000)).
- Aplicaciones autónomas (Climate Consultant (Milne et al, 2009 y Bhattacharya y Milne, 2009)).
- Complementos para extensiones paramétricas a aplicaciones de modelado (Ladybug for Grasshopper (Ladybug.tools, n.d.), Dhour (Steinfeld y Levitt 2013)).
- Bibliotecas de código (marcos gráficos de evaluación abierta (Steinfeld et al., 2012 y Steinfeld et al., 2010)).
- Acceso abierto en línea (herramienta de comodidad en línea del Center for the Built Environment (CBE) en la Universidad de California Berkeley es (Tyler et al. 2013 y Schiavon et al., 2014)).

Todos los enfoques proporcionan una visualización sofisticada. La última clase de herramientas es una excepción, todas las demás requieren descarga e instalación en una computadora de escritorio, licencias y competencia técnica. La herramienta de confort de CBE solo requiere una conexión a Internet y un navegador web. Cumplir con los estándares publicados, proporcionar enlaces a más información, implementado con JavaScript y la herramienta D3.js CBE les permite a los usuarios desarrollar conocimiento de confort térmico a través de una interfaz interactiva.

Siguiendo este modelo accesible, nuestras herramientas están construidas con JavaScript ejecutándose en la computadora del cliente. JavaScript es un lenguaje de programación popular basado en la web y tiene muchas bibliotecas poderosas, rápidas, de navegador cruzado o API como Three.js (Three.js.org, nd) (utilizado en la tabla climática 3d) y D3.js utilizado en todos nuestros visualizaciones.

■ CLIMATE VISUALIZATION TOOLS

» CLIMATE VISUALISATION

Existing climate data visualisation tools can be classified according how they are deployed:

- Obsolete standalone applications (Weather tool in Ecotect (Marsh, 2000)).
- Standalone applications (Climate consultant (Milne et al, 2009 and Bhattacharya and Milne, 2009)).
- Plugins to parametric extensions to a modelling applications (Ladybug for Grasshopper (Ladybug.tools, n.d.), Dhour (Steinfeld and Levitt 2013)).
- Code libraries (Open Graphic Evaluative Frameworks (Steinfeld et al. 2012 and Steinfeld et al. 2010)).
- Online open access (online comfort tool of the Center for the Built Environment (CBE) at University of California Berkeley is (Tyler et al. 2013 and Schiavon et al. 2014)).

All approaches provide sophisticated visualisation. The last class of tools is an exception, all others require download and installation on a desktop computer, licensing and technical competency. CBE's thermal comfort visualisation only requires an internet connection and a web browser. Complying with published standards, providing links to further information, implemented with JavaScript and D3.js CBE's tool allows users to develop knowledge of thermal comfort via an interactive interface.

Following this accessible model our applications are built with JavaScript running on the client's computer. JavaScript is a popular web based programming language and has many powerful, fast, cross-browser libraries or API's like Three.js (Three.js.org, n.d) (used in the 3d climate chart) and D3.js used in all our visualisations.

Figura 3. cuadros anuales 2d que comparan Londres y Bogotá

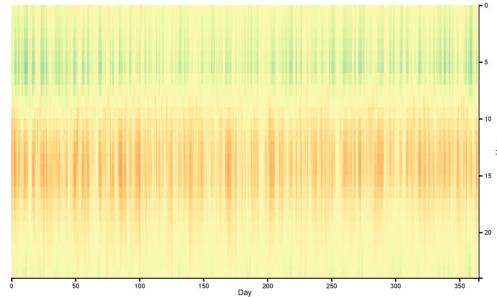
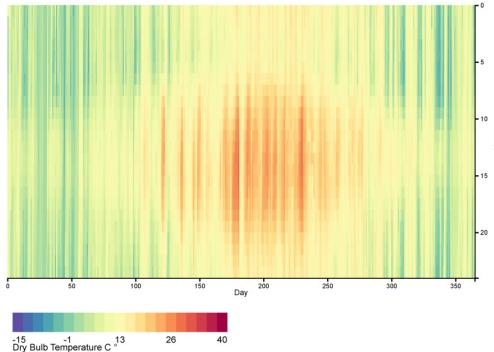
Figure 3. 2d annual charts comparing London and Bogota

Figura 4. gráficas anuales 3d que comparan Londres y Bogotá

Figure 4. 3d annual charts comparing London and Bogota

» MAPEO DEL CLIMA EN 2D

» 2D WEATHER MAPPING



3.

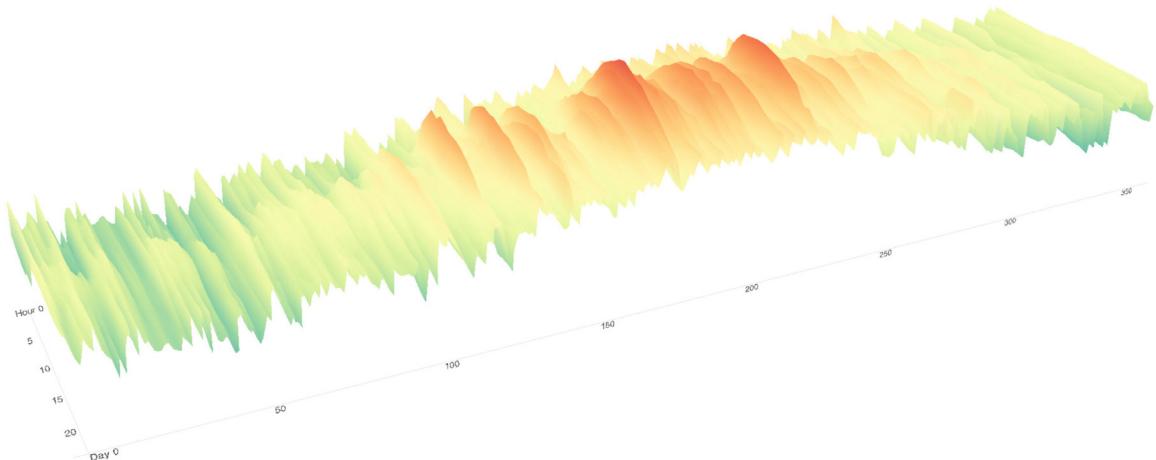
El día del año se traza en el eje xy los datos por hora en el eje y. Cada celda por hora está coloreada por un rango de color fijo estándar para facilitar la comparación. Los cuadros desplegables permiten a los usuarios seleccionar un tipo de datos de ciudad y clima para visualizar. Al pasar el mouse sobre una celda cada hora, se muestran los datos asociados con la celda.

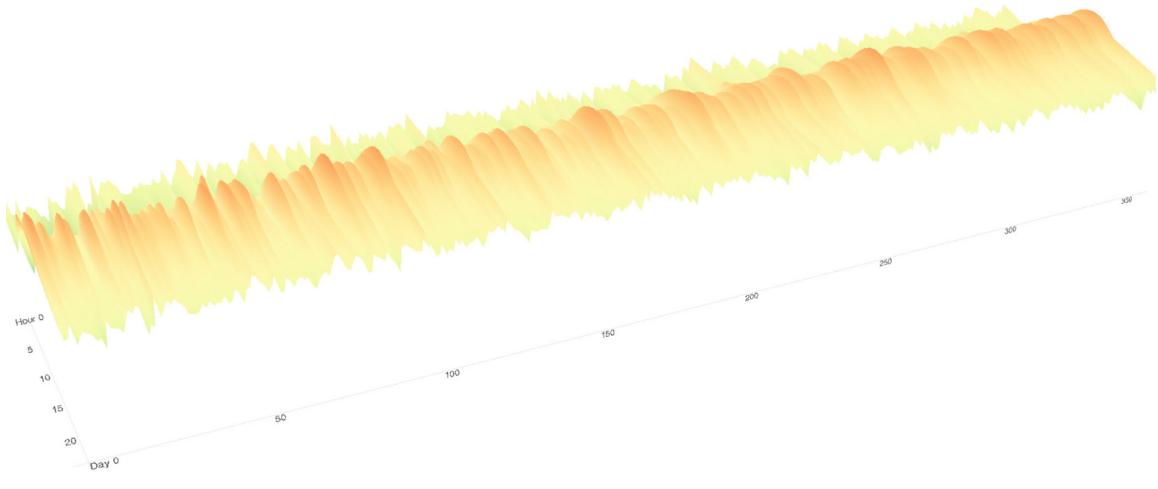
Day-of the year on the x-axis and hourly data is plotted on the y-axis. Each hourly cell is coloured per a standard fixed colour range for easy comparison. Drop-down boxes allow users to select a city and climate data type to visualise. Hovering the mouse over an hourly cell shows the data associated with the cell (figure 3).

» 3D WEATHER MAPPING

» MAPEO DE CLIMA 3D

4.





La herramienta de mapeo 3D interactiva proporciona énfasis adicional de los patrones climáticos en ubicaciones específicas, el valor de cada punto de datos por hora se usa para definir la altura y el color de un vértice de malla. Los valores de datos por hora se muestran con el mouse sobre una cara de la malla.

» CARTA PSICROMÉTRICA POR ALTITUD

Un gráfico psicrométrico (PC) es una representación gráfica de la composición del aire (Milne y Givoni, 1979). Típicamente, la temperatura del bulbo seco se mapea en el eje xy la relación de humedad en el eje y (la relación de humedad es la medida de gramos por kilo de aire seco). Las curvas que se elevan de izquierda a derecha muestran la humedad relativa (HR) en incrementos del 10%. Nuestra PC se basa en la herramienta de confort CBE (Tyler et al., 2013 y Schiavon et al., 2014). Usamos BS EN ISO7730: 2005 (ISO 2005) para definir una zona de confort y calcular los índices; voto medio pronosticado (PMV) y porcentaje predicho insatisfecho (PPD). Estos cálculos están determinados por parámetros de confort térmico controlados por el usuario (figura 5).

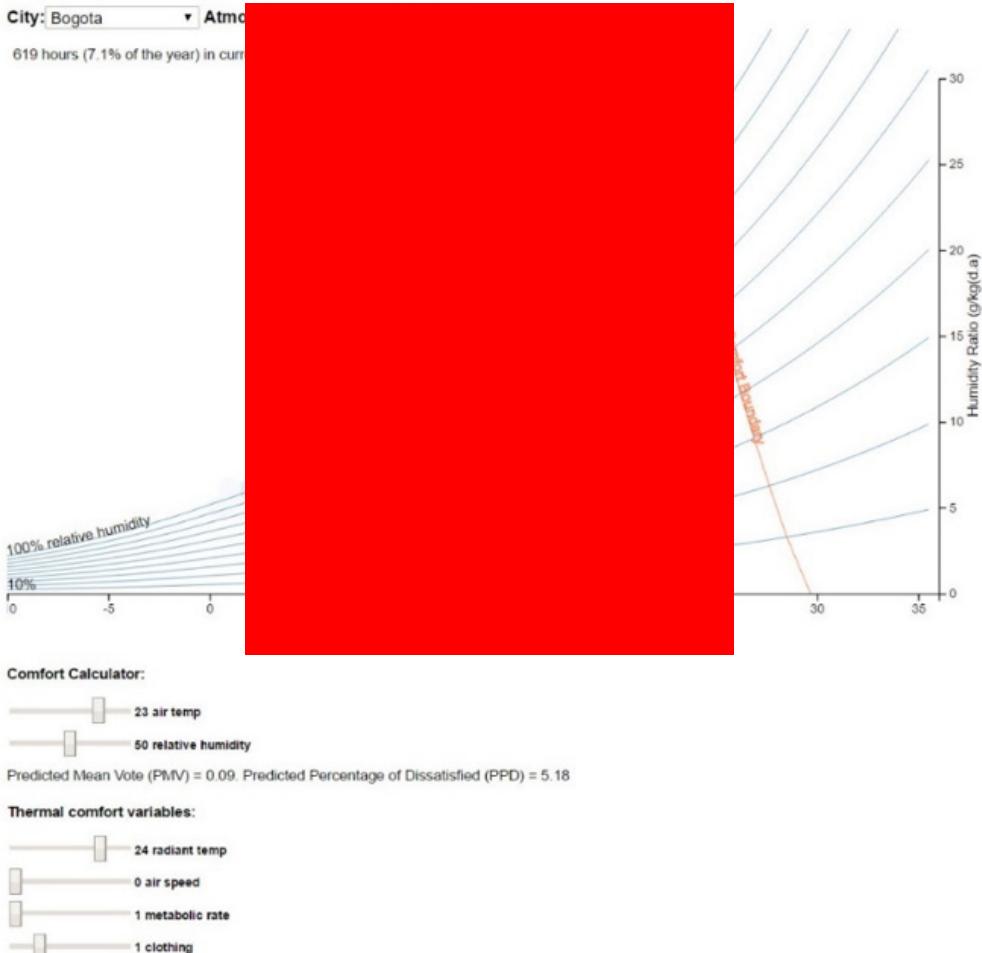
The interactive 3d mapping tool provides additional emphasis of climate patterns at specific locations, the value of each hourly data point is used to define the z height and colour of a mesh vertex. Hourly data values are displayed the mouse hovers over a face of the mesh (figure 4).

» PSYCHROMETRIC CHART BY ALTITUDE

A psychrometric chart (PC) is a graphical representation of humidity and air temperature (Milne and Givoni, 1979). Typically, dry bulb temperature is mapped on the x-axis and humidity ratio on the y-axis (humidity ratio is the measure of grams per kilo of dry air). Curves rising from the left to right of the chart show relative humidity (RH) in 10% increments. Our PC builds on the CBE comfort tool (Tyler et al. 2013 and Schiavon et al. 2014). Currently we use BS EN ISO7730:2005 (ISO 2005) to define a comfort zone and calculate the indices predicted mean vote (PMV) and predicted percentage dissatisfied (PPD). These calculations are determined by user-controlled thermal comfort parameters (radiant temperature, wind speed, metabolic rate, and clothing value) (figure 5).

Figura 5. tabla psicrométrica.
Figure 5. Psychrometric chart.

5. Psychrometric chart for Bogota at 2548 metres above sea level



Los usuarios eligen una ubicación de un menú desplegable, los datos climáticos por hora de esto se colocan en contenedores de datos hexagonales que se trazan en el gráfico, los colores más oscuros indican una mayor frecuencia. Los datos asociados con ese contenedor: la cantidad de horas y rangos de temperatura, humedad relativa y proporción de humedad, se pueden ver moviendo el mouse sobre el contenedor. El cuadro también muestra la cantidad de horas para la ubicación seleccionada que se encuentra dentro de la zona de confort definida actualmente. La altitud de la ubicación seleccionada se usa para definir el gráfico (Ren 2004 y Stull 2016). La relación de humedad

A drop-down selection allows the user to choose a location, hourly climate data from this is placed in hexagonal data bins which are plotted onto the chart, darker colours indicate greater frequency. Data associated with than bin – the number of hours and ranges in temperature, relative humidity and humidity ratio, can be seen by moving the mouse over the bin. The chart also displays the number of hours for the selected location that fall within the currently defined comfort zone.

The used published methods (Ren 2004 and Stull 2016) altitude of the selected location is used to define the chart. Humidity ratio is proportional to atmospheric pressure which is inversely proportional

es proporcional a la presión atmosférica que es inversamente proporcional a la altitud, esto se puede ver en la forma de las curvas RH cuando se compara una carta cerca del nivel del mar con una a 2548m (figura 6).

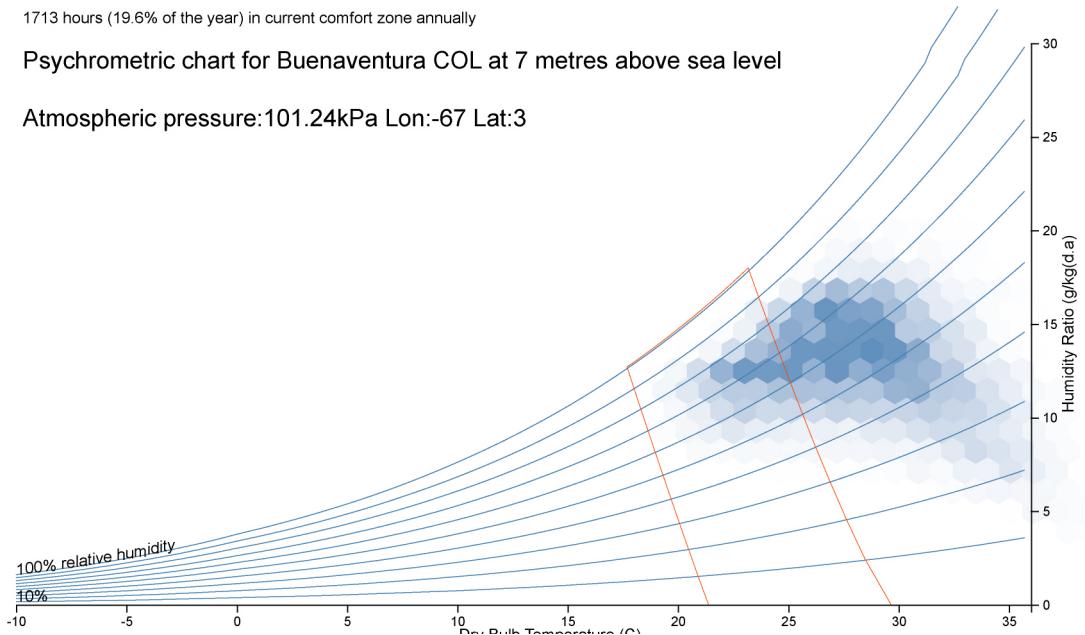
to altitude. Comparing a chart near sea level and one at 2548m the visual difference is the shape of the RH curves (figure 6). Psychrometric charts used in building design processes are typically generated at sea level or at best 2-3 standard altitudes.

6.

1713 hours (19.6% of the year) in current comfort zone annually

Psychrometric chart for Buenaventura COL at 7 metres above sea level

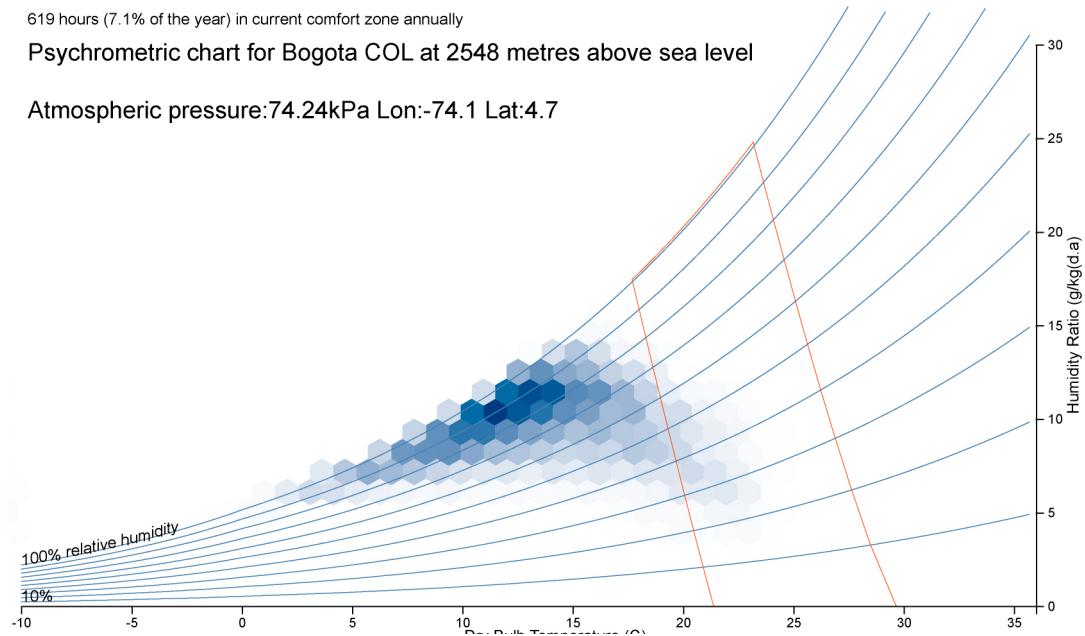
Atmospheric pressure:101.24kPa Lon:-67 Lat:3



619 hours (7.1% of the year) in current comfort zone annually

Psychrometric chart for Bogota COL at 2548 metres above sea level

Atmospheric pressure:74.24kPa Lon:-74.1 Lat:4.7



Un conjunto de datos cuadriculados es útil para determinar las condiciones climáticas entre las ubicaciones de las estaciones (Haylock et al., 2008). El proceso de interpolación espacial de datos es complejo y aún más dado las grandes variaciones en la topografía y el clima. Como un paso intermedio antes de generar un conjunto de datos cuadriculado completo para Colombia, hemos definido un conjunto de datos mensuales para considerar las posibilidades que ofrecen los datos de cuadrícula y los métodos de visualización.

CRU-TS v3.10.01 La base de datos climáticos históricos (CGIAR-CSI, n.d.a) documenta nueve variables climáticas promedio a nivel mundial a una resolución espacial de 0.5 para 1901-2009. Un subconjunto de estos datos fue extraído y promediado para los años 1999-2009 en Colombia. Esto definió 371 puntos de ubicación espaciados a intervalos de aproximadamente 50 km, cada uno con un conjunto promediado de valores climáticos mensuales que incluyen temperaturas mínimas diarias y máximas diarias, presión de vapor. Los datos fueron formateados y almacenados en el formato climaJSON. Se tomaron muestras de los datos digitales de elevación de NASAs SRTM (CGIAR-CSI, n.d.b) en cada punto de ubicación para agregar altitud al conjunto de datos. Según la elevación, la presión de saturación puede calcularse para cada punto y combinarse con la presión de vapor medida para obtener un promedio mensual de humedad relativa.

Nuestra herramienta de conjunto de datos cuadriculados permite el mapeo y la comparación de estos valores climáticos promedio mensuales y la altitud; esto permite visualizar y comparar la variación de la topografía y el clima de Colombia. Los usuarios seleccionan uno de los siete parámetros y ven la distribución espacial de los datos ([figura 7](#))

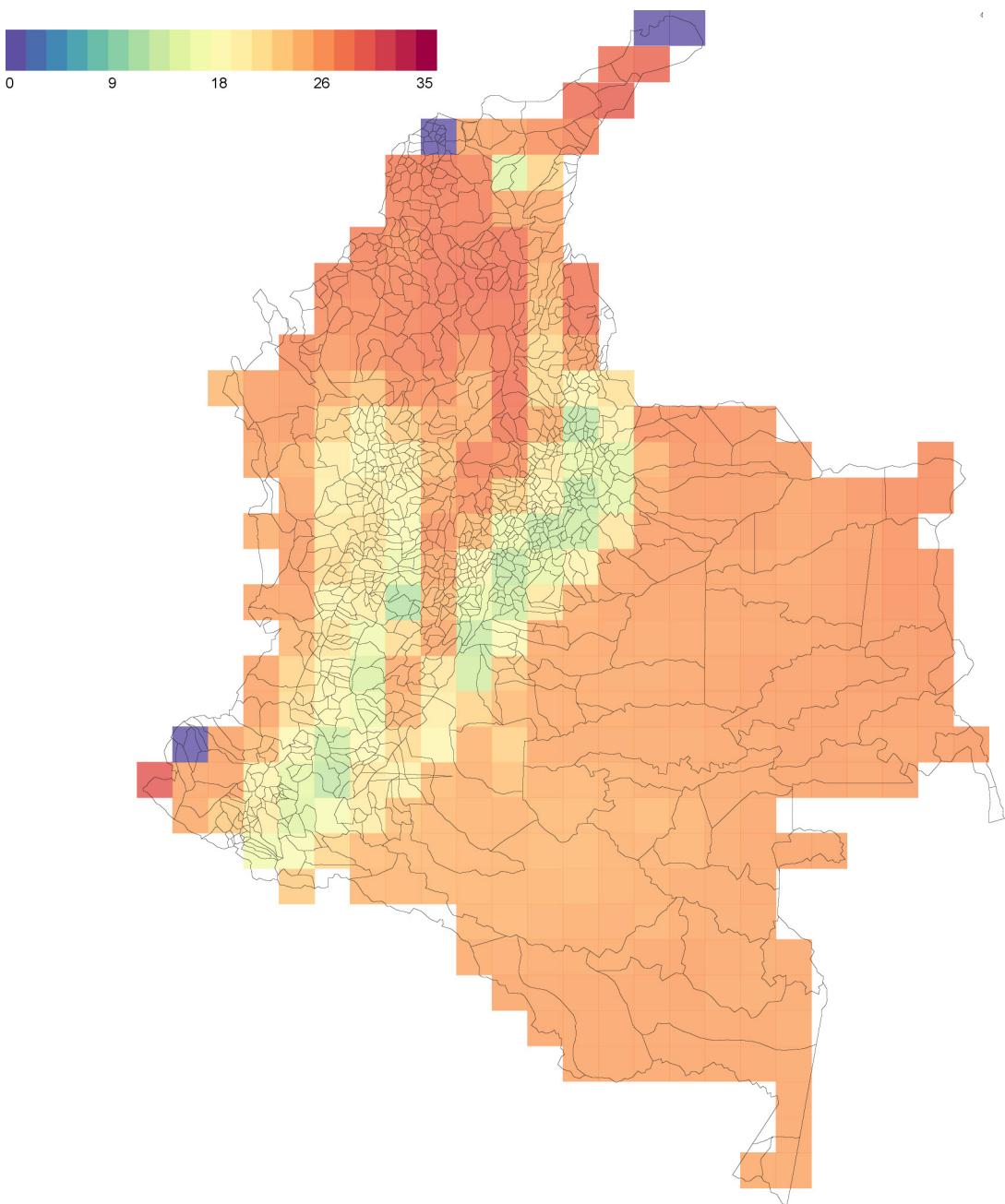
A gridded dataset is useful to determine climatic conditions between station locations (Haylock et al. 2008). The process of interpolating data spatially is complex and we believe even more so given the variations in Colombia's topography and climate. As an intermediate step before we move towards a full hourly gridded dataset for Colombia we have generated a monthly dataset to consider the possibilities offered by gridded data and visualisation methods.

CRU-TS v3.10.01 Historic Climate Database (CGIAR-CSI, n.d.a) documents nine monthly averaged climate variables globally at a 0.5 spatial resolution for 1901-2009. A subset of this data was extracted and averaged for the years 1999-2009 in Colombia. This defined 371 location points spaced at approximately 50km intervals, each with an averaged set of monthly climate values including daily minimum and daily maximum temperatures, vapour pressure, data was formatted and stored in the climaJSON format. Digital elevation data from NASAs shuttle radar telemetry mission (SRTM) (CGIAR-CSI, n.d.b) was sampled at each climate point location to include altitude in the dataset. Based on elevation, saturation pressure can be calculated for each point and combined with the measured vapour pressure to give a monthly average for relative humidity.

Our gridded dataset tool allows mapping and comparison of these monthly averaged climate values and altitude; this enables the variation of Colombia's topography and climate to be visualised and compared. Users can select one of seven parameters and view the spatial distribution of the data ([figure 7](#)).

Figura 6. cartas psicrométricas a 7 y 2548 metros sobre el nivel del mar.

Figure 6. Psychrometric charts at 7 and 2548 metres above sea level.



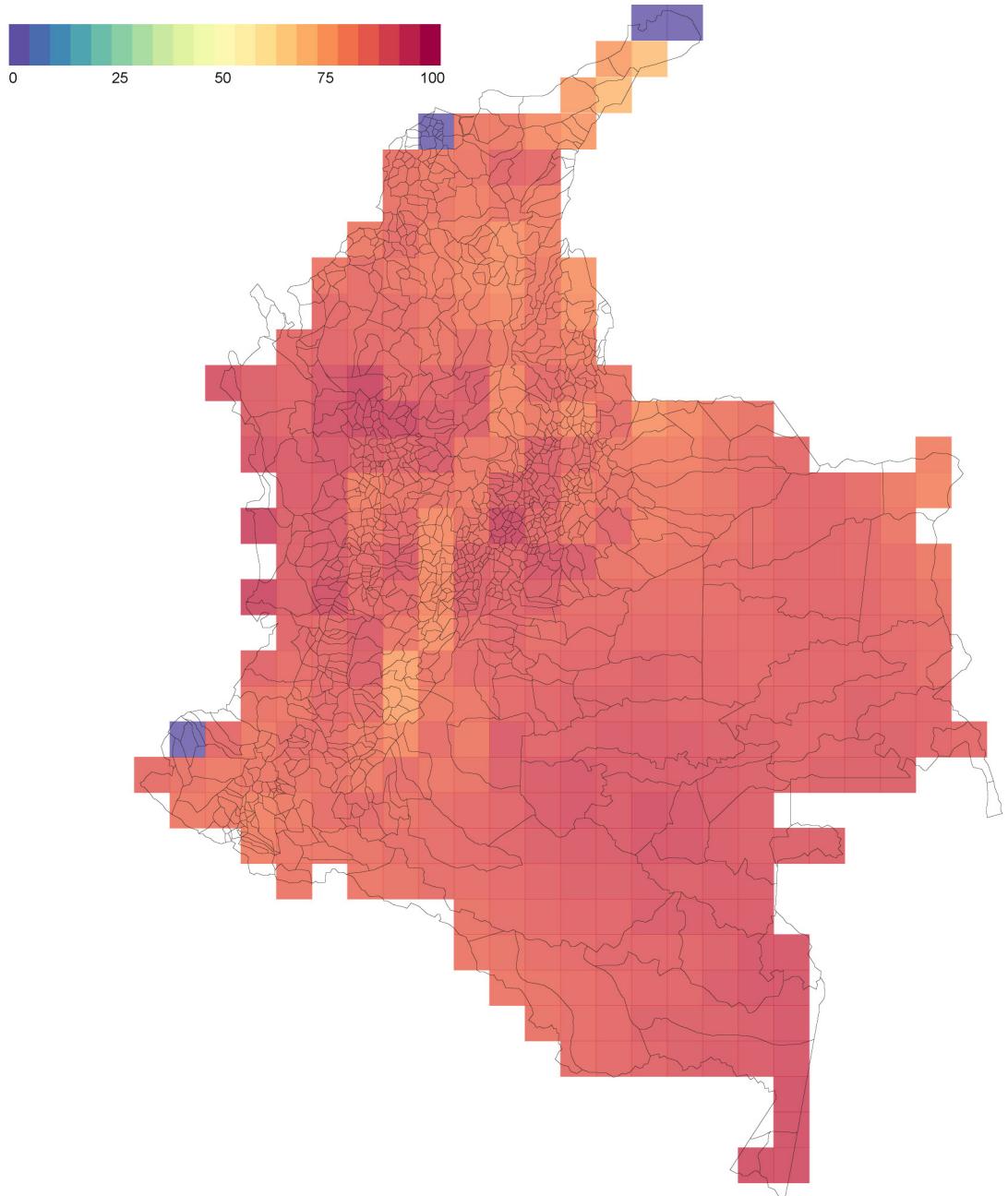


Figura 7 Comparación de los promedios mensuales de la temperatura media y la humedad relativa de Colombia

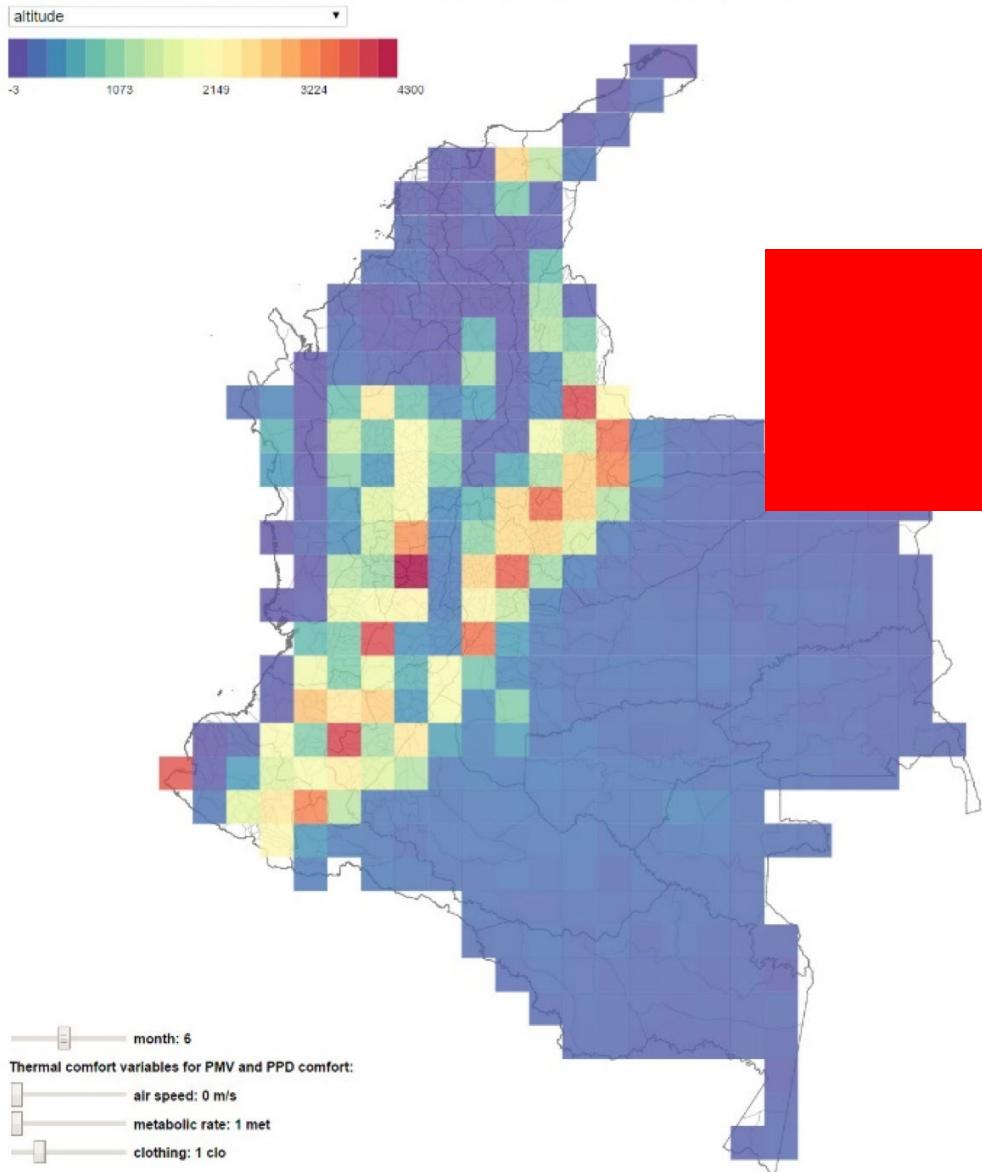
Figure 7. Comparing monthly averages of Colombia's mean temperature and relative humidity

Ampliamos la herramienta de datos climáticos en cuadrícula para calcular índices de confort térmico de PMV y PPD para las temperaturas diarias mínimas y máximas promedio para cada celda. Los cálculos se ajustan dinámicamente ajustando los parámetros de confort térmico controlados por el usuario. La Figura 7a compara la altitud con el PMV máximo diario.

We extended the gridded climate data tool to calculate thermal comfort indices of PMV and PPD for the average minimum and maximum daily temperatures for each cell. The calculation of PMV and PPD can be fine-tuned by adjusting the user-controlled thermal comfort parameters. Figure 7 compares altitude to maximum daily PMV.

Mapping of monthly, gridded climate / altitude / comfort dataset for Colombia

8.



Mapping of monthly, gridded climate / altitude / comfort dataset for Colombia

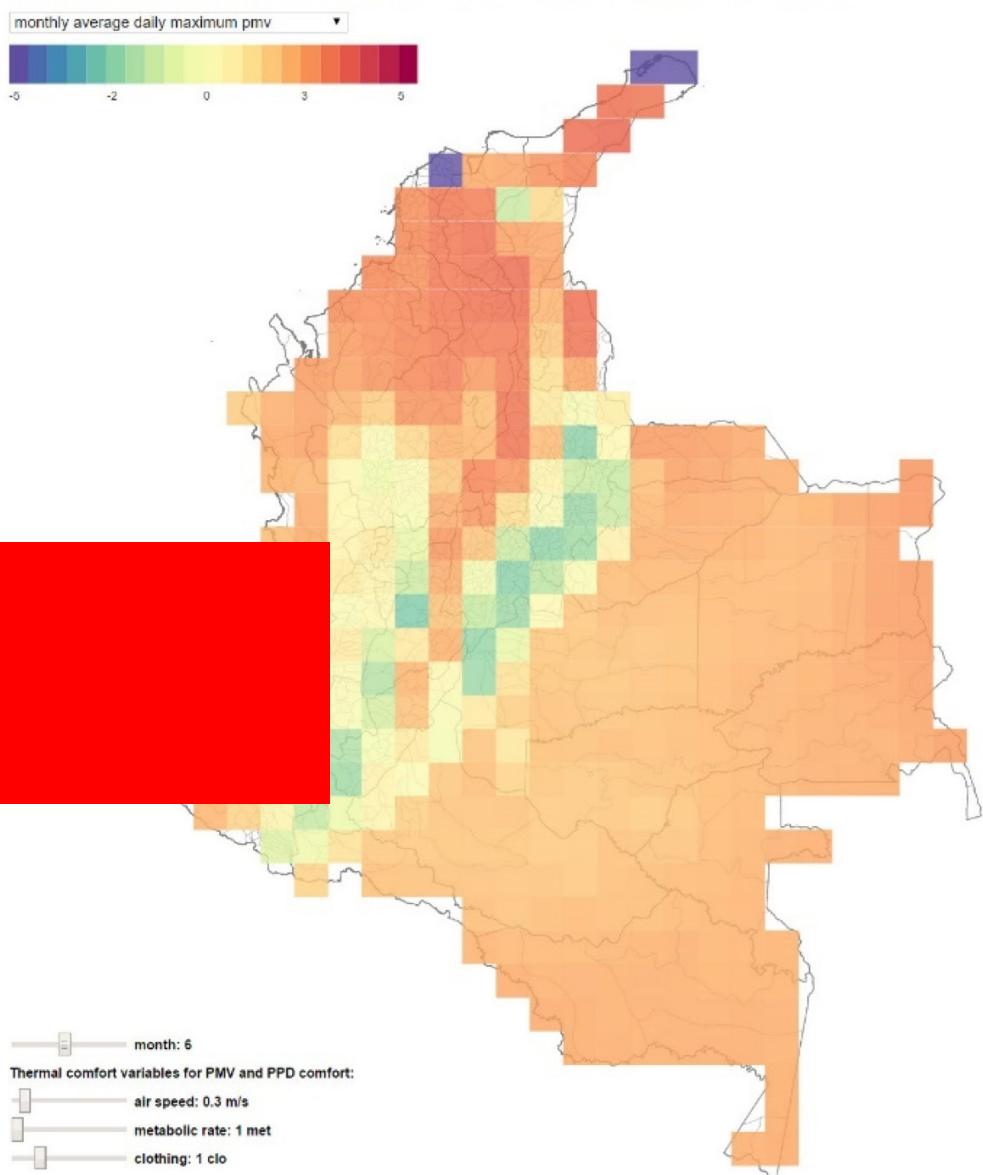
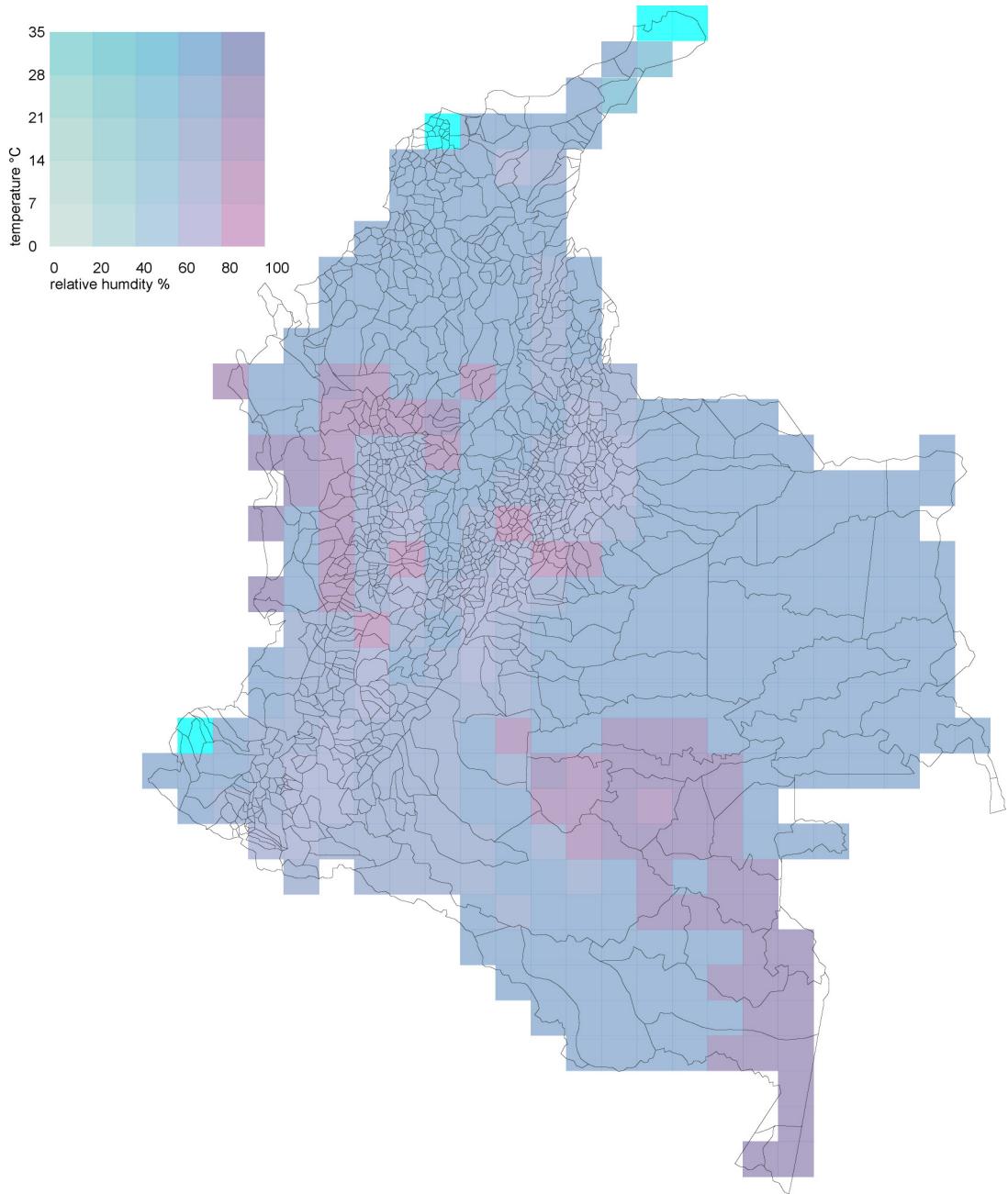


Figura 8. Correlación entre la altitud de Colombia y el PMV máximo diario promedio mensual.

Figure 8. Correlation between Colombia's altitude and monthly average daily maximum PMV.

La comparación visual lado a lado puede identificar las correlaciones de nuestros datos climáticos ([figura 7](#)). Para capturar formalmente las correlaciones y la continuidad espacial, el mapeo bivariante permite combinar y representar dos variables con un solo color de una escala de dos colores. Nuestra herramienta de mapeo bivariante permite a los usuarios combinar dos de las 11 variables (6 empíricas y 5 calculadas) y mostrar geográficamente los resultados superpuestos en un mapa de Colombia.

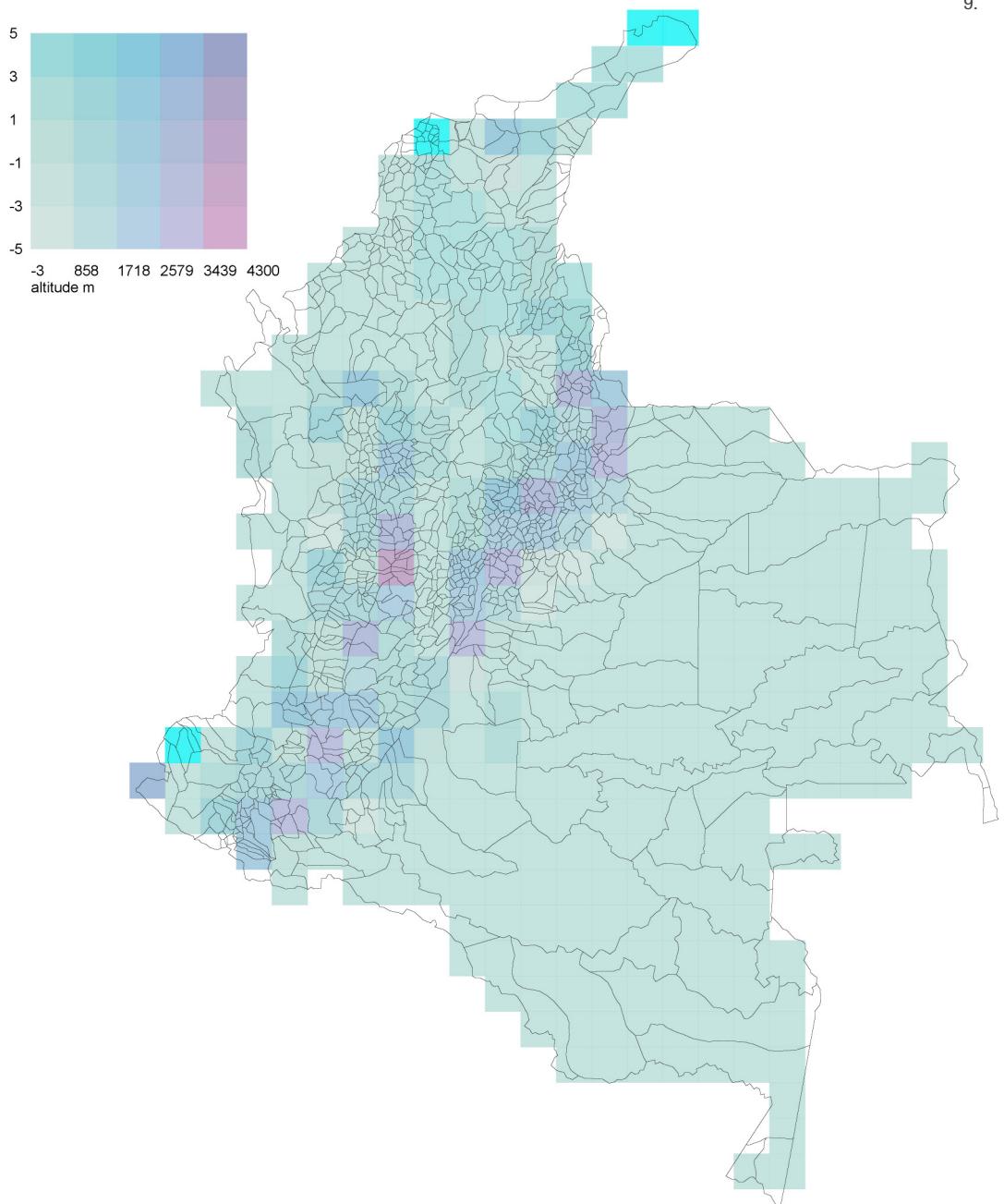


[Figure 8](#) shows side-by-side visual comparison can identify correlations our climate data. To formally capture correlations and spatial continuity, bivariate mapping allows two variables to be combined and represented with a single colour that references a 2d colour scale. Our bivariate mapping tool allows users to combine any two of 11 variables (6 empirical and 5 calculated) and geographically display results overlaid on a map of Colombia ([figure 9](#)).

9.

Figura 9. mapeo bivariante de humedad relativa y temperatura media diaria (izquierda) y altitud y PMV máxima diaria (derecha).

Figure 9. Correlation between Colombia's altitude and monthly average daily maximum PMV.



■ HERRAMIENTAS PARA CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Nuestro segundo objetivo fue desarrollar un sistema de clasificación climática que describa el confort en Colombia. Si bien el clima se puede describir con clasificaciones, los sistemas actuales son problemáticos para representar el confort humano:

1. Los parámetros utilizados no se relacionan directamente con el confort. El potencial de la evaporación del sudor es clave para entender la comodidad. Para esto, la humedad y la velocidad del viento deben estar ambas representadas. Los sistemas actuales no los combinan, la humedad se deduce de la lluvia y la temperatura.
2. Las variaciones estacionales capturadas en la zonificación de las clasificaciones actuales no representan patrones climáticos tropicales tipificados por variaciones diarias.
3. Los límites entre las zonas se definen arbitrariamente.

Estos problemas se abordan en nuestra clasificación por:

1. Usar parámetros directamente relacionados con la comodidad (temperatura, humedad relativa y velocidad del viento).
2. Se usan datos mensuales.
3. La agrupación es un procedimiento objetivo.

Existen índices de comodidad para describir la respuesta humana a las variables climáticas, pero son problemáticos porque:

1. Fueron creados usando sujetos humanos en latitudes más altas y no representan los trópicos.
2. Buscan reducir la comodidad a un solo valor y ocultar los datos causales subyacentes.

Las deficiencias de los índices de comodidad se evitan a través de:

1. Uso de datos en lugar de muestreo de la percepción humana.
2. Los valores de los parámetros reales están expuestos.

■ CLIMATE CLASSIFICATION TOOLS FOR COLOMBIA

Our second goal is to develop a climate classification system that describes comfort. While climate can be described with classifications, current systems are problematic for representing human comfort:

1. Parameters used do not directly relate to comfort. The potential for the evaporation of sweat is key to understanding comfort. For this humidity and wind speed must both be represented. Current systems do not combine both, humidity is deduced from rainfall and temperature.
2. Seasonal variations captured in the zoning of current classifications do not represent tropical climate patterns typified by daily variations.
3. Boundaries between zones are arbitrarily defined.

These issues are addressed in our classification by:

1. Using parameters directly related to comfort (temperature, relative humidity and wind speed).
2. Monthly data is used.
3. Clustering is an objective procedure.

Comfort indices exist to describe human response to climate variables but they are problematic because:

1. They were created using human subjects in higher latitudes and do not represent the tropics.
2. They seek to reduce comfort to a single value and occlude underlying causal data.

Shortcomings of comfort indices are avoided through:

1. Use of data rather than sampling human perception.
2. Actual parameter values are exposed.

■ IMPLEMENTACIÓN PARA COLOMBIA

» SELECCIONAR LA CANTIDAD DE GRUPOS

Nuestros resultados estadísticos indicaron dos de los grupos estudiados funcionaron bien, sin embargo, la selección del número de clústeres no se puede realizar únicamente con métricas y debe incluir conocimiento de dominio para tomar decisiones informadas. El aumento del número de conglomerados se vuelve más específico, pero a costa de la generalidad (Fovell y Fovell, 1993), los números de conglomerados más bajos representan una pérdida de detalles, pero pueden mejorar la interpretación y la generalidad. Los datos climáticos varían sin problemas y no existen bordes duros entre los conglomerados, la elección es en parte subjetiva y se basa en una subdivisión adecuada. Requerimos suficientes grupos para representar la diversidad climática de Colombia, pero una cantidad que fue prácticamente útil para aplicar el conocimiento extraído del estudio.

Al examinar los resultados de la agrupación utilizando el conocimiento experto y las características conocidas de Colombia, se sugirió el uso de siete grupos. Con siete grupos, surgieron detalles que describen zonas climáticas conocidas que no están influenciadas por la altitud. Nuestro estudio clasificó los datos mensuales, la evaluación manual a esta escala fue engorrosa, para facilitar las opiniones de expertos, los parámetros mensuales se promediaron para producir una clasificación agrupada anual ([Figura 10](#)).

■ IMPLEMENTATION FOR COLOMBIA

» SELECTING NUMBER OF CLUSTERS

Our statistical results indicated four and ten clusters performed well, however, the selection of the number of clusters cannot be undertaken solely with metrics and must include domain knowledge to make informed decisions. Increasing cluster numbers serves to become more specific but at the cost of generality (Fovell and Fovell, 1993), lower cluster numbers represent a loss of detail but, they can enhance interpretation and generality. Climate data varies smoothly and hard edges between clusters do not exist, the choice is partly subjective and based on an adequate subdivision. We required sufficient clusters to represent the climatic diversity of Colombia but a quantity that was practically useful to apply knowledge extracted from the study.

Examining the clustering results using expert knowledge and known characteristics of Colombia suggested seven clusters. With seven clusters detail emerged describing climatic zones known not influenced by altitude. Our study classified monthly data, manual evaluation at this scale was cumbersome, to facilitate expert interrogation monthly parameters were averaged to produce an annual clustered classification ([figure 8](#)).

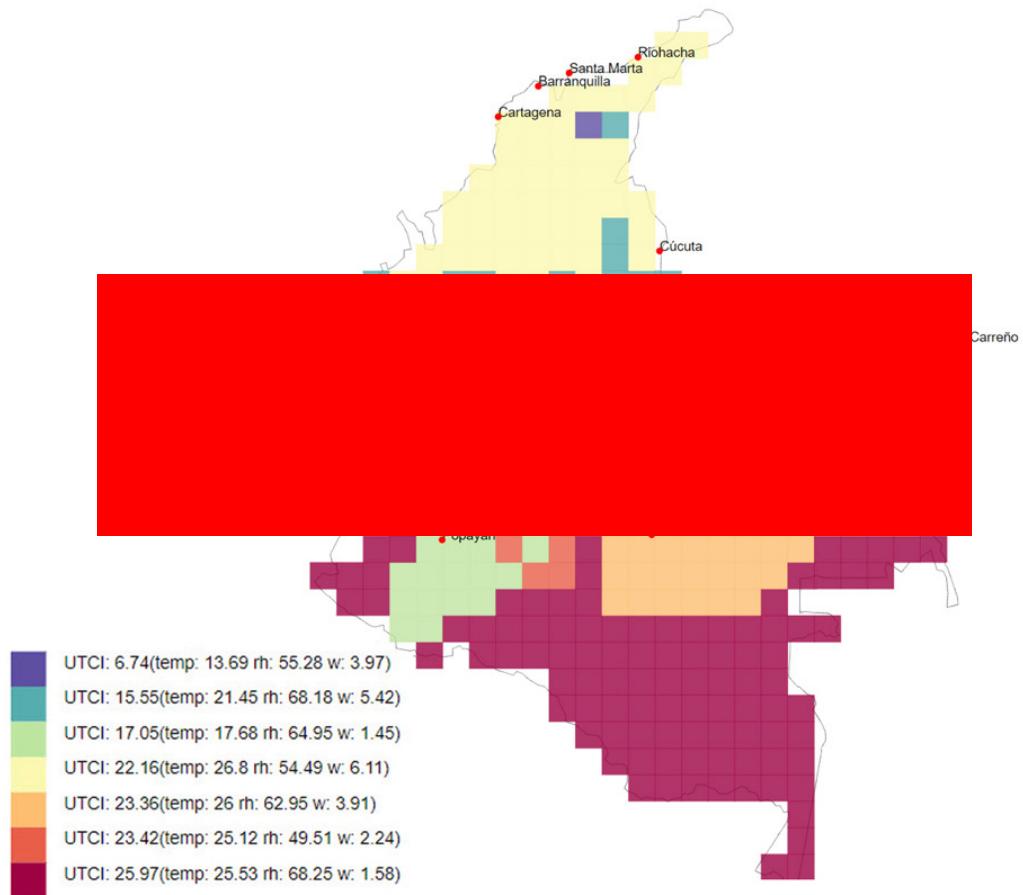


Figura 10. Clasificación climática de confort humano para Colombia con siete clases.
Figure 10. Human Comfort Climate Classification for Colombia with seven classes.

Los primeros tres grupos definen condiciones asociadas a la altitud. El primero incluye picos en las cordilleras oriental y occidental de los Andes (Bogotá y Tunja). El segundo grupo está ubicado alrededor del primero e incluye a Medellín, Bucaramanga y Yopal, tiene una temperatura más alta y una velocidad del viento más alta que el tercer grupo que proporciona una zona sobre enfriada. El tercer grupo abarca la parte central sur de los Andes (Cali, Popayán, Ibagué, Manizales y Pereira). Los siguientes cuatro grupos definen diversas combinaciones de las tres variables a baja altitud, el cuarto grupo abarca la región del Caribe y el Orinoco central, que se caracteriza por la velocidad del viento más alta e incluye Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Riohacha, Cúcuta y Puerto Carreño. El grupo cinco está en los límites del cuarto (Guaviare y Quibdó). El sexto incluye áreas de baja altitud entre las cadenas montañosas (Neiva y Arauca). El grupo siete tiene la humedad más alta y la velocidad de viento más baja y cubre el Amazonas y la parte baja de la costa del Pacífico (Leticia y Buenaventura).

■ COMPARACIÓN CON OTRAS CLASIFICACIONES

El agrupamiento promediado anual permite la comparación con las clasificaciones KG (figura 11a) y Holdridge (Figura 11b) creadas para Colombia con el mismo conjunto de datos. La clasificación KG define cinco clases en Colombia, que capturan parcialmente la sequedad de la región del Caribe y demarcan altitudes más altas de los Andes, pero el 85% del territorio colombiano está clasificado como “ecuatorial con verano seco”, incluida la mayoría de las ciudades a menos de 1000 metros de altitud. La clasificación de Holdridge define diez clases que sugieren más detalles que KG e identifica la sequedad del Caribe y una mayor humedad en la Amazonía y el Pacífico, el 60% del país se clasifica como “bosque húmedo subtropical”. El hecho de que tanto KG como Holdridge ubican la mayor parte del país en una sola clase, no se alinea bien con nuestra agrupación de confort o nuestro conocimiento de la diversidad real.

The first three clusters define altitude associated conditions. The first includes peaks on the eastern and western mountain ranges of the Andes (Bogotá and Tunja). The second cluster is located around the first and includes Medellín, Bucaramanga and Yopal, it has a higher temperature and higher wind speed than the third cluster providing an over cooler zone. The third cluster covers the central southern part of the Andes (Cali, Popayán, Ibagué, Manizales and Pereira). The next four clusters define diverse combinations of the three variables at low altitudes, the fourth cluster covers the Caribbean region and central Orinoco, characterised by highest wind speeds and includes Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Riohacha, Cúcuta and Puerto Carreño. Cluster five is at the limits of the fourth (Guaviare and Quibdó). The sixth includes low altitude areas between the mountain ranges (Neiva and Arauca). Cluster seven has the highest humidity and lowest wind speed and covers the Amazon and lower part of the Pacific coast (Leticia and Buenaventura) (Figure 10).

■ COMPARISON TO OTHER CLASSIFICATIONS

Annual averaged clustering permits comparison to the KG (figure 9a) and Holdridge (figure 9b) classifications created for Colombia with the same dataset. KG classification defines five classes in Colombia, that partly capture the dryness of the Caribbean region and demarcate higher altitudes of the Andes, but 85% of the Colombian territory is classed ‘Equatorial with dry summer’, including most cities below 1000 meters altitude. The Holdridge classification defines ten classes suggesting more detail than KG and identifying Caribbean dryness and higher humidity in the Amazon and Pacific, 60% of the country is classed ‘Subtropical moist forest’. That both KG and Holdridge place most of the country in a single class, does not align well with our comfort clustering or our knowledge of the actual diversity (figure 11).

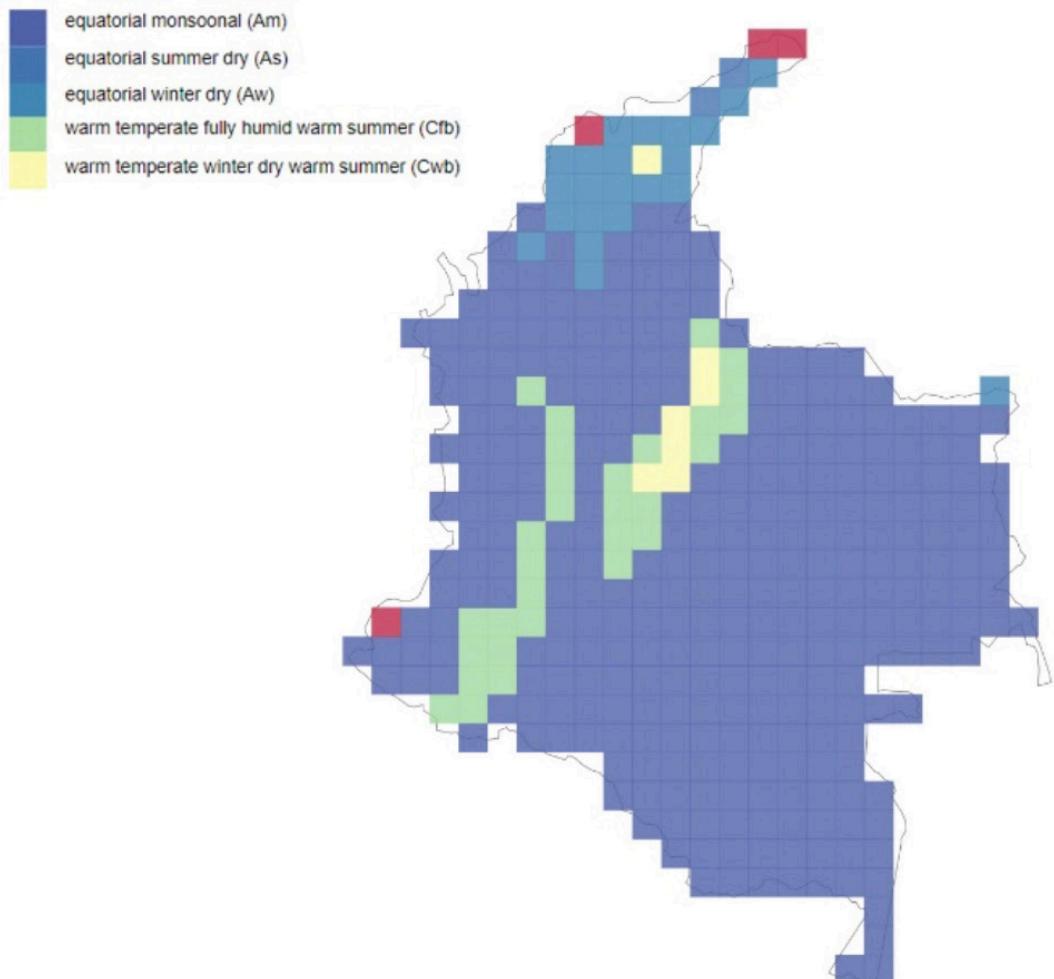
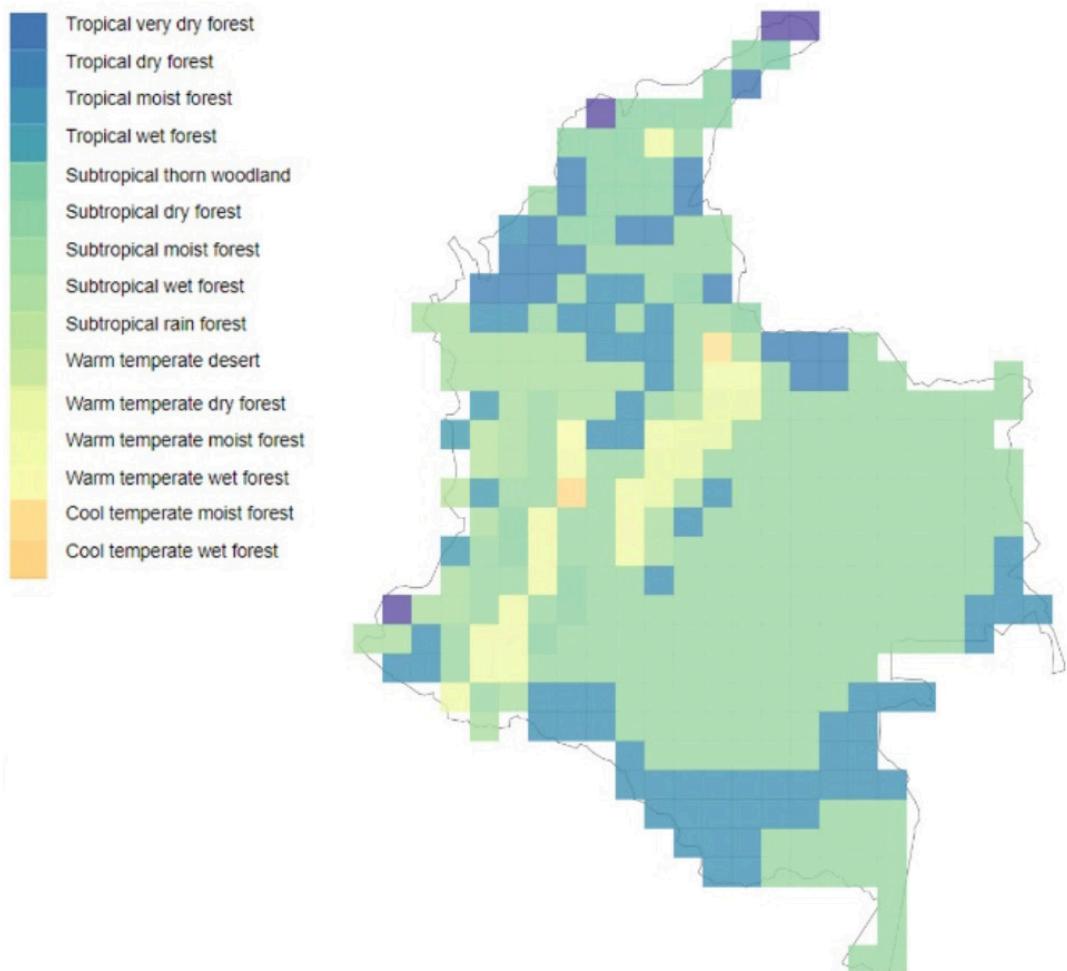


Figura 11. Köppen-Geiger Classification (a) and Holdridge Zones (b) for Colombia.
Figure 11. Köppen-Geiger Classification (a) and Holdridge Zones (b) for Colombia.



■ COMPARACIÓN CON OTROS ÍNDICES

Para respaldar aún más el interrogatorio experto de los resultados, agrupamos y mapeamos los datos según los índices UTCI, AT e IDEAM (Figura 10). Visualmente, se pueden observar similitudes generales con nuestra clasificación agrupada. Los índices UTCI y AT muestran variaciones espaciales más suaves (debido al menor conjunto de datos de dimensionalidad) y mayores detalles en la región del Caribe, ninguno de los cuales se refleja en nuestra clasificación. El índice IDEAM deja a la mayor parte de Colombia por debajo de los 1000 metros

■ COMPARISON TO OTHER INDICES

To further support to expert interrogation of results we clustered and mapped the data according to UTCI, AT and IDEAM index (figure 10). Visually, general similarities to our clustered classification can be observed. The UTCI and AT indices show smoother spatial variations (due to the lower dimensionality dataset) and higher detail in the Caribbean region, neither of which are captured in our classification. The IDEAM index leaves most of Colombia below 1000 meters within the same

dentro de la misma categoría, pero nuestra clasificación por conglomerados captura un mayor nivel de detalle.

category, but our cluster classification captures a greater level of detail ([figure 12](#)).

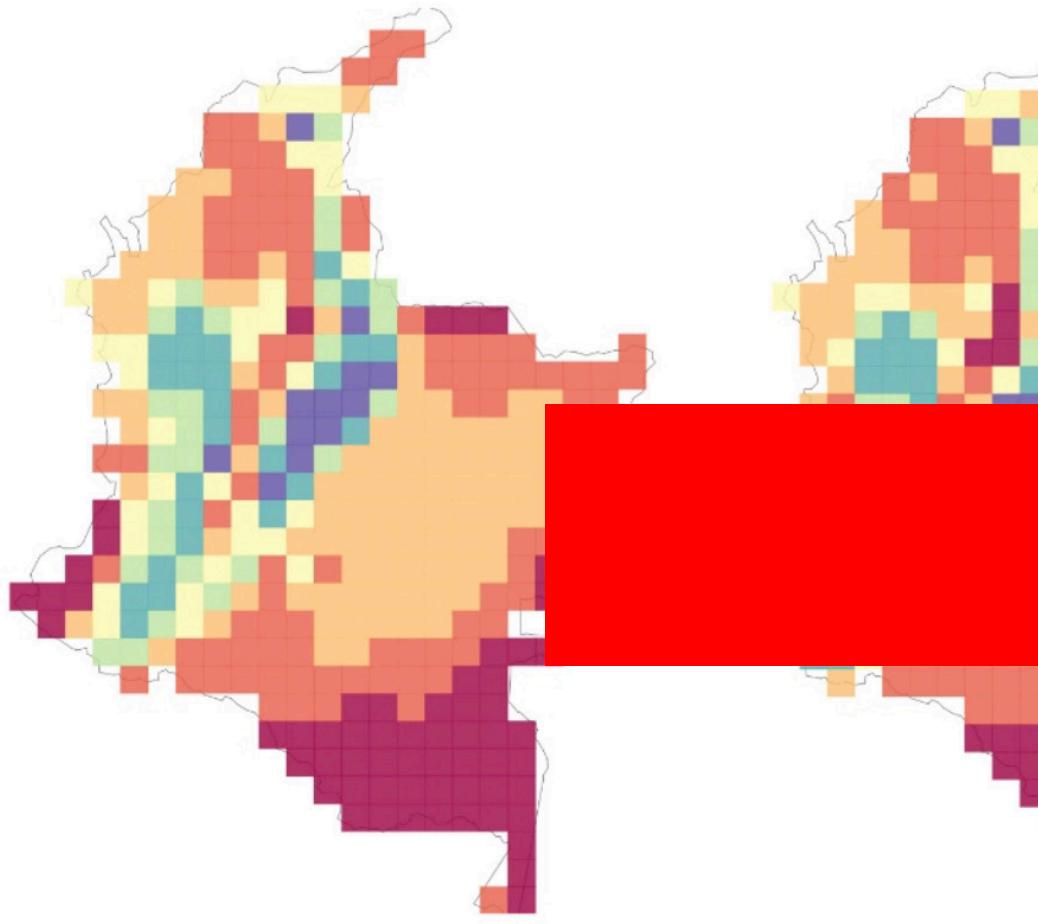
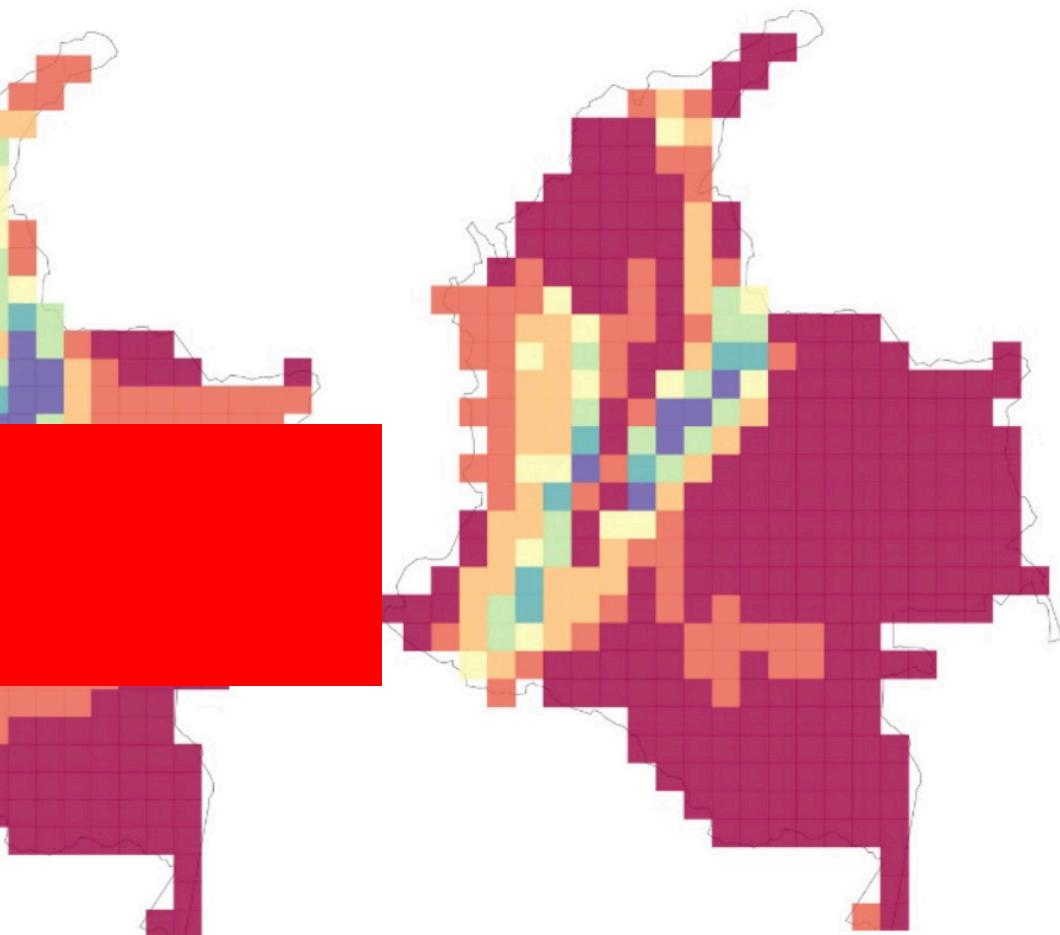


Figura 12. Colombian Climate classified according to climate index. UTCI (a), AT (b) and IDEAM Index (c).

Figure 12. Colombian Climate classified according to climate index. UTCI (a), AT (b) and IDEAM Index (c).



■ CONCLUSIONES

Hemos presentado 6 herramientas en línea de acceso abierto para visualizar datos climáticos recientemente disponibles para Colombia. Las herramientas están diseñadas para ser tan simples de usar como sea posible para llegar a un público amplio, y se basa en un nuevo formato para compartir y procesar datos climáticos en línea utilizando los populares lenguajes de programación web y los marcos de código abierto.

■ CONCLUSIONS

We have presented 6 open access online tools for visualising newly available climate data for Colombia. The tools are designed to be as simple to use as possible to reach a wide audience as possible. The tools are based on a new data format for online sharing and processing of climate data, we have published and tested the format using popular web programming languages and open source frameworks.

Nuestras herramientas y formato de datos son prototipos y requieren refactorización y pruebas adicionales. La última etapa del proyecto; La construcción de un grupo de partes interesadas de la academia y la industria permitirá realizar pruebas más amplias basadas en el usuario de las herramientas y los requisitos de refinamiento. Planeamos implementar más métodos de visualización del clima en línea, en particular ampliando el gráfico psicrométrico con análisis pasivo, zonas de estrategia de diseño que responden al contexto colombiano. El conjunto de datos mapeado actualmente solo involucra datos mensuales que provienen de una grilla predefinida. Se requiere un trabajo significativo en los métodos de interpolación para convertir las lecturas basadas en estaciones horarias en un conjunto de datos cuadruplicado por hora.

A medida que evaluamos y desarrollamos aún más nuestras herramientas de visualización del clima, el potencial de aplicación en los trópicos es claro. Nuestra comprensión del clima de la región está mejorando y podemos imaginar las herramientas de desarrollo que respaldan estrategias de baja energía que podrían incluir simples solucionadores de geometría para sombreado y orientación que podrían conducir a estudios de optimización para edificios en los trópicos.

También presentamos una clasificación climática que describe zonas homogéneas de condiciones climáticas que contribuyen a las variaciones en la comodidad humana. Se describe el desarrollo y la aplicación del sistema en Colombia, donde el objetivo es apoyar estrategias de diseño bioclimáticas y de baja energía con el objetivo de mejorar la comodidad en el entorno construido. La clasificación proporciona una vista geográfica que se centra en los factores de habitación humana e incluye la variación temporal en la granularidad mensual. Para desarrollar este sistema de clasificación, utilizamos un algoritmo de agrupamiento k-means, un proceso de aprendizaje automático no supervisado capaz de identificar grupos similares dentro de conjuntos de datos multivariados. Evaluamos nuestros resultados de acuerdo con una revisión estadística de un rango de números de grupos y mediante el examen experto de la salida visual. Las estadísticas permitieron comparar los índices de comodidad existentes y midieron la similitud de los grupos. La visualización de nuestros resultados permite el interrogatorio manual con experiencia

Our tools are prototypes and still require refactoring and further testing. The latter stage of the project; building a group of stakeholders from academia and industry will enable broader user-based testing of the tools and wider usage. We plan to implement further climate visualisation methods online particularly extending the psychrometric chart with passive analysis, design strategy zones that respond to the Colombian context. The Gridded dataset currently only involves monthly data that comes from a predefined grid. Significant work on interpolation methods is required to convert hourly station based readings to an hourly gridded data set.

As we evaluate and further develop our visualisation of Colombian climate we are building towards the next stage of our project. We envision the development of simple geometry solvers for shading and orientation that are based on design rules for the tropics which could lead to optimisation studies for buildings in the tropics.

We also presented a climate classification that describes homogeneous zones of climatic conditions contributing to variations in human comfort. The development and application of the system in Colombia is described, where the goal is to support bio-climatic, low-energy design strategies aiming to improve comfort in the built environment. The classification provides a geographical view that focuses on human habitation factors and includes temporal variation at monthly granularity. To develop this system of classification we used a k-means clustering algorithm, an unsupervised machine learning process capable of identification of similar groups within multivariate data-sets. We evaluated our results according to a statistical review of a range cluster numbers and by expert interrogation of visual output. Statistics enabled comparison to existing comfort indices and measured the similarity of clusters. The visualisation of our results allows manual interrogation with domain

y evaluación de dominio impulsada por el conocimiento del clima colombiano. Los dos modos de evaluación indicaron que el enfoque aplicado podría producir resultados válidos con diferentes números de clases de comodidad.

expertise and assessment driven by knowledge of the Colombian climate. The two modes of evaluation indicated that the applied approach could produce valid results with different numbers of comfort classes.

■ AGRADECIMIENTOS

El presente artículo se desarrolló como parte del proyecto *Climate driven building design and construction in the tropics; Tools and strategies to improve human comfort in Colombia*, financiado por el fondo Newton a través de la Royal Society of Engineering dentro del programa IAPP (Industry Academia Partnership Programme)



■ REFERENCIAS

Allaby, M. (2010). *Climate classification*. In A Dictionary of Ecology. Oxford University Press. Available at: <http://www.oxfordreference.com.liverpool.idm.oclc.org/view/10.1093/acref/9780199567669.001.0001/acref-9780199567669-e-1137>. [Accessed 5 Nov. 2017].

de Amorim, R.C., (2016). A survey on feature weighting based K-Means algorithms. *Journal of Classification*, 33(2), pp.210-242.

ANSI/ASHRAE. (2013). *Standard 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

Ayoade, J.O., (1976). On the use of multivariate techniques in climatic classification and regionalization. *Theoretical and Applied Climatology*, 24(4), pp.257-267.

Bostock, M., 2015: D3.js - Data-Driven Documents. [online] D3js.org. Available at: <https://d3js.org/> [Accessed 3 May 2017].

Bhattacharya, Y.; and Milne, M., 2009: May. Psychrometric chart tutorial: a tool for understanding human thermal comfort conditions. In: 38th American Solar Energy Society Conference, Buffalo. pp. 11-16.

Coronel, C.; Morris, S., (2016). Database systems: design, implementation, & management. 12th ed. Cengage Learning.

CGIAR-CSI, n.d.a: CRU-TS v3.10.01 Historic Climate Database for GIS | CGIAR-CSI. [online] Cgiar-csi.org. Available at: <http://www.cgiar-csi.org/data/uea-cru-ts-v3-10-01-historic-climate-database> [Accessed 16 May 2017].

CGIAR-CSI, n.d.b: SRTM 90m Digital Elevation Database v4.1 | CGIAR-CSI. [online] Cgiar-csi.org. Available at: <http://www.cgiar-csi.org/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1> [Accessed 16 May 2017].

Droettboom, M., 2016: Understanding JSON Schema — Understanding JSON Schema 1.0 documentation. [online] Spacetelescope.github.io. Available at: <https://spacetelescope.github.io/understanding-json-schema/> [Accessed 16 May 2017].

ECMA, 2013: The JSON Data Interchange Format. 1st ed. [PDF] ECMA. Available at: <http://www.ecma-international.org> [Accessed 15 May 2017].

■ REFERENCIAS

Allaby, M. (2010). *Climate classification*. In A Dictionary of Ecology. Oxford University Press. Available at: <http://www.oxfordreference.com.liverpool.idm.oclc.org/view/10.1093/acref/9780199567669.001.0001/acref-9780199567669-e-1137>. [Accessed 5 Nov. 2017].

de Amorim, R.C., (2016). A survey on feature weighting based K-Means algorithms. *Journal of Classification*, 33(2), pp.210-242.

ANSI/ASHRAE. (2013). *Standard 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

Ayoade, J.O., (1976). On the use of multivariate techniques in climatic classification and regionalization. *Theoretical and Applied Climatology*, 24(4), pp.257-267.

Bostock, M. (2015). D3.js - Data-Driven Documents. [online] D3js.org. Available at: <https://d3js.org/> [Accessed 3 May 2017].

Bhattacharya, Y.; and Milne, M. (2009). May. Psychrometric chart tutorial: a tool for understanding human thermal comfort conditions. In: 38th American Solar Energy Society Conference, Buffalo. pp. 11-16.

Coronel, C.; Morris, S. (2016). Database systems: design, implementation, & management. 12th ed. Cengage Learning.

CGIAR-CSI, n. d. a: CRU-TS v3.10.01 Historic Climate Database for GIS | CGIAR-CSI. [online] Cgiar-csi.org. Available at: <http://www.cgiar-csi.org/data/uea-cru-ts-v3-10-01-historic-climate-database> [Accessed 16 May 2017].

CGIAR-CSI, n. d. b: SRTM 90m Digital Elevation Database v4.1 | CGIAR-CSI. [online] Cgiar-csi.org. Available at: <http://www.cgiar-csi.org/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1> [Accessed 16 May 2017].

Droettboom, M. (2016). Understanding JSON Schema — Understanding JSON Schema 1.0 documentation. [online] Spacetelescope.github.io. Available at: <https://spacetelescope.github.io/understanding-json-schema/> [Accessed 16 May 2017].

ECMA. (2013). The JSON Data Interchange Format. 1st ed. [PDF] ECMA. Available at: <http://www.ecma-international.org> [Accessed 15 May 2017].

- Ecotect, n.d: WeatherTool: File Format | Archived Ecotect WIKI. [online] Wiki.naturalfrequency.com. Available at: http://wiki.naturalfrequency.com/wiki/WeatherTool/File_Format [Accessed 21 Feb. 2017].
- EnergyPlus, 2016: EnergyPlus™ Version 8.6 Documentation: Auxiliary Programs. 1st ed. [pdf] U.S. Department of Energy, pp.59-77. Available at: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v8.6.0/AuxiliaryPrograms.pdf [Accessed 21 Feb. 2017].
- Energyplus.net, n.d.a: Weather Data by Region | EnergyPlus. [online] Available at: https://energyplus.net/weather-region/south_america_wmo_region_3/COL%20%20 [Accessed 8 Feb. 2017].
- Energyplus.net, n.d.b: EnergyPlus | EnergyPlus. [online] Available at: <https://energyplus.net/> [Accessed 15 May 2017].
- Givoni, B., 1976: Man, Climate and Architecture, Second Edition, Applied Science Publishers, London.
- Haylock, M.R.; Hofstra, N.; Klein Tank, A.M.G.; Klok, E.J.; Jones, P.D.; New, M., 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J. Geophys. Res (Atmospheres)*, 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201.
- Hoyt T.; Schiavon S.; Piccioli A.; Moon D.; Steinfeld K., 2013: CBE Thermal Comfort Tool. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>.
- IDEAM, 2005: Atlas Climatológico Nacional, Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, Bogotá.
- IDEAM, n.d: Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM | Datos Abiertos Colombia. [online] la plataforma de datos abiertos del gobierno colombiano. Available at: <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Cat-logo-Nacional-de-Estaciones-del-IDEAM/hp9r-jxuu> [Accessed 15 May 2017].
- Json-schema.org, n.d: JSON Schema. [online] Available at: <http://json-schema.org/> [Accessed 3 May 2017].
- Ladybug.tools, n.d: Ladybug Tools. [online] Available at: <http://www.ladybug.tools/> [Accessed 17 May 2017].
- Ecotect, n. d. WeatherTool: File Format | Archived Ecotect WIKI. [online] Wiki.naturalfrequency.com. Available at: http://wiki.naturalfrequency.com/wiki/WeatherTool/File_Format [Accessed 21 Feb. 2017].
- EnergyPlus. (2016). EnergyPlus™ Version 8.6 Documentation: Auxiliary Programs. 1st ed. [pdf] U.S. Department of Energy, pp.59-77. Available at: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v8.6.0/AuxiliaryPrograms.pdf [Accessed 21 Feb. 2017].
- Energyplus.net, n. d. a. Weather Data by Region | EnergyPlus. [online] Available at: https://energyplus.net/weather-region/south_america_wmo_region_3/COL%20%20 [Accessed 8 Feb. 2017].
- Energyplus.net, n. d. b. EnergyPlus | EnergyPlus. [online] Available at: <https://energyplus.net/> [Accessed 15 May 2017].
- Givoni, B. (1976). Man, Climate and Architecture, Second Edition, Applied Science Publishers, London.
- Haylock, M.R.; Hofstra, N.; Klein Tank, A.M.G.; Klok, E.J.; Jones, P.D.; New, M. (2008). A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J. Geophys. Res (Atmospheres)*, 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201.
- Hoyt T.; Schiavon S.; Piccioli A.; Moon D.; Steinfeld K. (2013). CBE Thermal Comfort Tool. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>.
- IDEAM. (2005). Atlas climatológico nacional. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- IDEAM, n. D. Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM | Datos Abiertos Colombia. [online] la plataforma de datos abiertos del gobierno colombiano. Available at: <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Cat-logo-Nacional-de-Estaciones-del-IDEAM/hp9r-jxuu> [Accessed 15 May 2017].
- Json-schema.org, n. d. JSON Schema. [online] Available at: <http://json-schema.org/> [Accessed 3 May 2017].
- Ladybug.tools, n. d. Ladybug Tools. [online] Available at: <http://www.ladybug.tools/> [Accessed 17 May 2017].

Ladybug.tools, 2017: epwmap. [online] Available at: <http://www.ladybug.tools/epwmap/> [Accessed 15 May 2017].

Marsh, A., 2000: Playing around with architectural science. In: ANZAScA Conference Proceedings - Annual Conference of the Australian and New Zealand Architectural Science Association, Adelaide, South Australia, Available at: http://companyshed.com/downloads/documents/2000_ANZAScA.pdf.

Milne, M.; Givoni, B., 1979: Architectural Design Based on Climate, in Energy Conservation through Building Design, Donald Watson, Editor, McGraw-Hill, New York.

Milne, M.; Liggett, R.; Benson, A., 2009: Climate Consultant 4.0 Develops Design Guidelines for Each Unique Climate, Proceedings of the American Solar Energy Society, Buffalo New York.

Olgyay, V., 1963: Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press.

Rodriguez, C. M.; D'Alessandro, M., 2014: Climate and Context Adaptive Building Skins for Tropical Climates: a review centred on the context of Colombia. In: Proceedings of Energy Forum 2014, pp 585–60.

Ren, H.S., (2004). Construction of a generalized psychrometric chart for different pressures. International Journal of Mechanical Engineering Education, 32(3), pp.212-222.

Schiavon, S.; Hoyt, T.; Piccioli, A., 2014: August. Web application for thermal comfort visualization and calculation according to ASHRAE Standard 55. In: Building Simulation Vol. 7, No. 4.

Steinfeld, K.; Bhiwapurkar, P.; Dyson, A.; Vollen, J., 2010: Situated Bioclimatic Information Design: a new approach to the processing and visualization of climate data, In: ACADIA 10: LIFE in:formation, New York 21-24 October, 2010), pp. 88-96.

Steinfeld, K.; Schiavon, S.; and Moon, D., 2012: Open Graphic Evaluative Frameworks: A climate analysis tool based on an open web-based weather data visualization platform. In Digital Physicality - Proceedings of the 30th eCAADe Conference

Ladybug.tools. (2017). epwmap. [online] Available at: <http://www.ladybug.tools/epwmap/> [Accessed 15 May 2017].

Marsh, A. (2000). Playing around with architectural science. In: ANZAScA Conference Proceedings - Annual Conference of the Australian and New Zealand Architectural Science Association, Adelaide, South Australia, Available at: http://companyshed.com/downloads/documents/2000_ANZAScA.pdf.

Milne, M.; Givoni, B. (1979). Architectural Design Based on Climate, in Energy Conservation through Building Design, Donald Watson, Editor, McGraw-Hill, New York.

Milne, M.; Liggett, R.; Benson, A. (2009). Climate Consultant 4.0 Develops Design Guidelines for Each Unique Climate, Proceedings of the American Solar Energy Society, Buffalo New York.

Olgyay, V. (1963). Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press.

Rodriguez, C. M.; D'Alessandro, M. (2014). Climate and Context Adaptive Building Skins for Tropical Climates: a review centred on the context of Colombia. In: Proceedings of Energy Forum 2014, pp 585–60.

Ren, H. S. (2004). Construction of a generalized psychrometric chart for different pressures. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 32(3), pp.212-222.

Schiavon, S.; Hoyt, T.; Piccioli, A. (2014). August. Web application for thermal comfort visualization and calculation according to ASHRAE Standard 55. *Building Simulation* Vol. 7, No. 4.

Steinfeld, K.; Bhiwapurkar, P.; Dyson, A.; Vollen, J. (2010). Situated Bioclimatic Information Design: a new approach to the processing and visualization of climate data. *ACADIA 10: LIFE in:formation*, pp. 88-96.

Steinfeld, K.; Schiavon, S.; and Moon, D. (2012). Open Graphic Evaluative Frameworks: A climate analysis tool based on an open web-based weather data visualization platform. In Digital Physicality - Proceedings of the 30th eCAADe Conference

- Volume 1 / ISBN 978-9-4912070-2-0, Czech Technical University in Prague, Faculty of Architecture (Czech Republic) 12-14 September 2012, pp. 675-682.
- Steinfeld, K.; Levitt, B., 2013: Dhour: A bioclimatic information design prototyping toolkit. In: ACADIA 13: Adaptive Architecture [Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)]
- Stull, R., 2016: Practical Meteorology: an algebra based survey of atmospheric science. BC Campus.
- TMY, 2008: Users Manual for TMY3 Data Sets. 1st ed. [pdf] National Renewable Energy Laboratory, pp.3-9. Available at: <http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf> [Accessed 21 Feb. 2017].
- Teuling, A. J., 2011: Technical note: Towards a continuous classification of climate using bivariate colour mapping. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15, 3071-3075, doi:10.5194/hess-15-3071-2011, 2011.
- Threejs.org, n.d: three.js - Javascript 3D library. [online] Available at: <https://threejs.org/> [Accessed 3 May 2017].
- Volume 1 / ISBN 978-9-4912070-2-0, Czech Technical University in Prague, Faculty of Architecture (Czech Republic) 12-14 September 2012, pp. 675-682.
- Steinfeld, K.; Levitt, B. (2013). Dhour: A bioclimatic information design prototyping toolkit. In: ACADIA 13: Adaptive Architecture [Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)]
- Stull, R. (2016). *Practical Meteorology: an Algebra Based Survey of Atmospheric Science*. BC Campus.
- TMY. (2008). Users Manual for TMY3 Data Sets. 1st ed. [pdf] National Renewable Energy Laboratory, pp.3-9. Available at: <http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43156.pdf> [Accessed 21 Feb. 2017].
- Teuling, A. J. (2011). Technical Note: Towards a Continuous Classification of Climate Using Bivariate Colour Mapping. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15, 3071-3075, doi:10.5194/hess-15-3071-2011.
- Threejs.org, n. d. three.js - Javascript 3D library. [online] Available at: <https://threejs.org/> [Accessed 3 May 2017].

Roland Hudson

Arquitecto de la Universidad de Bath. Después de dos años de trabajo en la práctica arquitectónica en Londres regresó en 2005 para la investigación doctoral financiado por un premio EPSRC CASE patrocinado por Bentley Systems. En 2010, el Dr. Hudson se trasladó a Canadá para posicionararse como profesor asistente en el Departamento de Arquitectura de la Universidad de Dalhousie en Halifax. En 2015 ajustó el equilibrio industrial académico de su trabajo para centrarse en desarrollar investigación independiente y consultoría a través de su empresa Lacunae. Actualmente es profesor asistente en la Universidad de Los Andes y continúa desarrollando consultoría independiente.
roly.hudson@gmail.com

Rodrigo Velasco

Arquitecto y M.Ing en Diseño Computacional. Tiene más de quince años de experiencia en el diseño y desarrollo de envolventes arquitectónicas y el uso de nuevas tecnologías en la construcción sostenible. Su carrera profesional incluye investigación en las universidades de Nottingham, Reino Unido (2000-2004), Hong Kong, Hong Kong (2004) y Nacional de Colombia (2006-8), docencia e investigación en otras universidades, y varias publicaciones internacionales sobre temas de diseño computacional y sostenibilidad ambiental. Actualmente, trabaja en Bogotá como director en Frontis3d, e investigador en la Universidad Piloto de Colombia.
rodrigo.velasco@unipiloto.edu.co

Carolina Rodriguez
Maria Camila Coronado
Marta D'Alessandro

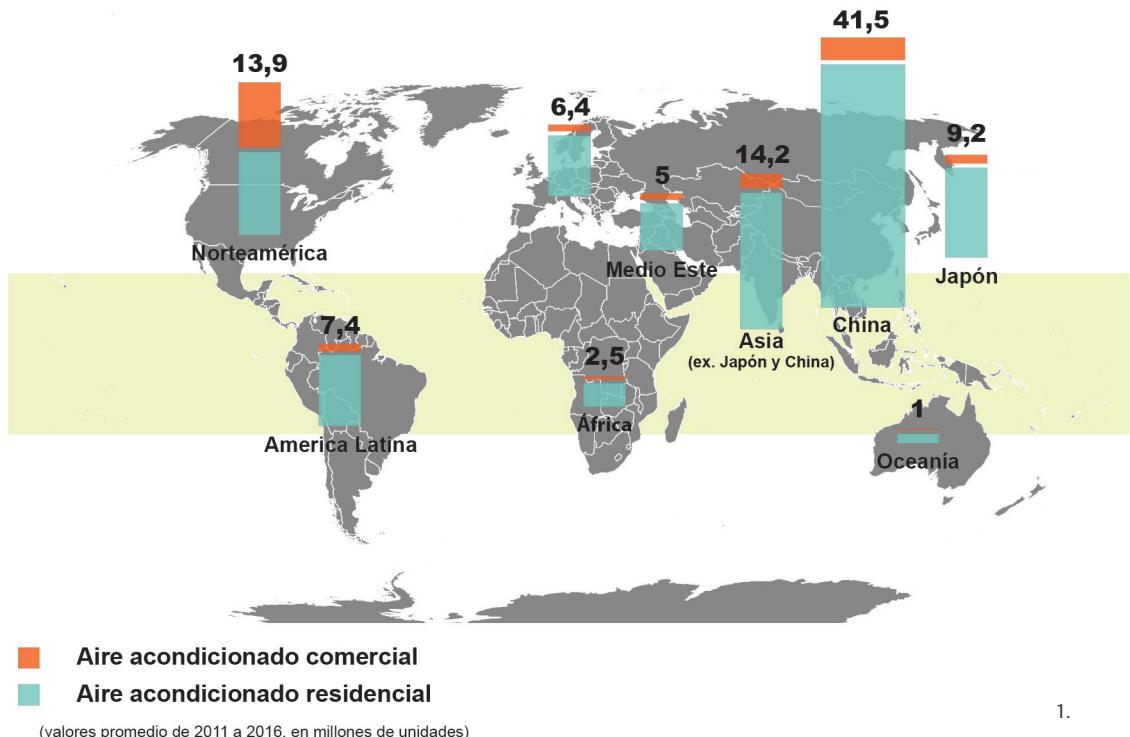
» LA NECESIDAD DE UN MODELO DE MEDICIÓN

PARA EL CONFORT TÉRMICO EN COLOMBIA

THE NEED FOR A THERMAL «
COMFORT MODEL IN COLOMBIA

De acuerdo con cifras de un reporte mundial reciente, la demanda de aire acondicionado en Colombia incrementó en un 66% entre 2011 y 2016 (Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA), 2017). Esto posiciona al país en el quinto lugar en consumos en Latinoamérica, con aproximadamente 200-250 mil unidades vendidas al año. El uso masivo de aire acondicionado es un fenómeno relativamente nuevo en este país y en muchas partes del mundo, especialmente en el sector de vivienda. Las cifras muestran que en el 2007 el 87% de viviendas en los Estados Unidos tenían instalado algún tipo de sistema de aclimatación, comparado con solo el 11% en Brasil o el 2% en India. En la actualidad, China es el país que más consume aire acondicionado, seguido por Estados Unidos, India, Brasil e Indonesia. Igualmente, la demanda ha aumentando de manera exponencial en Malasia, Singapur, Nigeria, Pakistán, Bangladesh y Filipinas (Davis y Gertler, 2015; Sivak, 2009) (Figura 1, demanda de aire acondicionado).

According to figures from a recent global report, the demand for air conditioning in Colombia increased by 66% between 2011 and 2016 (Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA), 2017). This places the country in the fifth place in consumption in Latin America, with approximately 200-250 thousand air conditioning units sold per year. The regular use of air conditioning is a relatively new phenomenon in this country and in many parts of the world, especially within the housing sector. Figures show that in 2007, 87% of homes in the United States had a HVAC (heating, ventilation and air conditioning) system installed, compared to only 11% in Brazil or 2% in India. Currently, China is the country that consumes the most air conditioning, followed by the United States, India, Brazil and Indonesia. Likewise, demand has increased exponentially in Malaysia, Singapore, Nigeria, Pakistan, Bangladesh and the Philippines (Davis & Gertler, 2015; Sivak, 2009) (Figure 1, demand for air conditioning).



1.

Desde el origen de la arquitectura, el confort térmico en los edificios se había logrado principalmente a través de soluciones arquitectónicas pasivas, que se iban perfeccionando a través del tiempo de acuerdo a las condiciones de cada clima. La imagen 2 muestra ejemplos de este tipo de estrategias que han demostrado ser eficientes para la climatización interior. Sin embargo, este escenario ha cambiado de manera drástica en los últimos años, ya que los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (sistemas HVAC por sus siglas en inglés) se han vuelto más comunes, asequibles, en muchos casos deseables, e incluso inevitables para ciertos edificios. Desafortunadamente, esta tendencia conlleva consecuencias negativas en cuanto a incrementos en consumos energéticos, emisiones de carbono y daño ambiental (Pérez-Lombard, Ortiz y Pout, 2008; Yang, Yan y Lam, 2014; Yau y Hasbi, 2013; Zhao y Magoulès, 2012). Es paradójico: muchos de los países donde el uso del aire acondicionado está aumentando, también se encuentran geográficamente en territorios de alta vulnerabilidad al cambio climático.

From the origins of architecture, indoor thermal comfort had been achieved mainly through passive architectural solutions, which were refined over time according to the conditions of each climate. Figure 2 shows examples of these types of strategies that have proven to be efficient for indoor climate control. However, this scenario has changed drastically in recent years, as HVAC systems have become more common, affordable, and in many cases desirable and even unavoidable for certain buildings. Unfortunately, this trend has negative consequences in terms of energy consumption and carbon emissions increase environmental damage (Pérez-Lombard, Ortiz, & Pout, 2008; Yang, Yan, & Lam, 2014; Yau & Hasbi, 2013; Zhao & Magoulès, 2012). Paradoxically, many of the countries where the use of air conditioning is rising are also geographically located in territories of high vulnerability to climate change.

2.

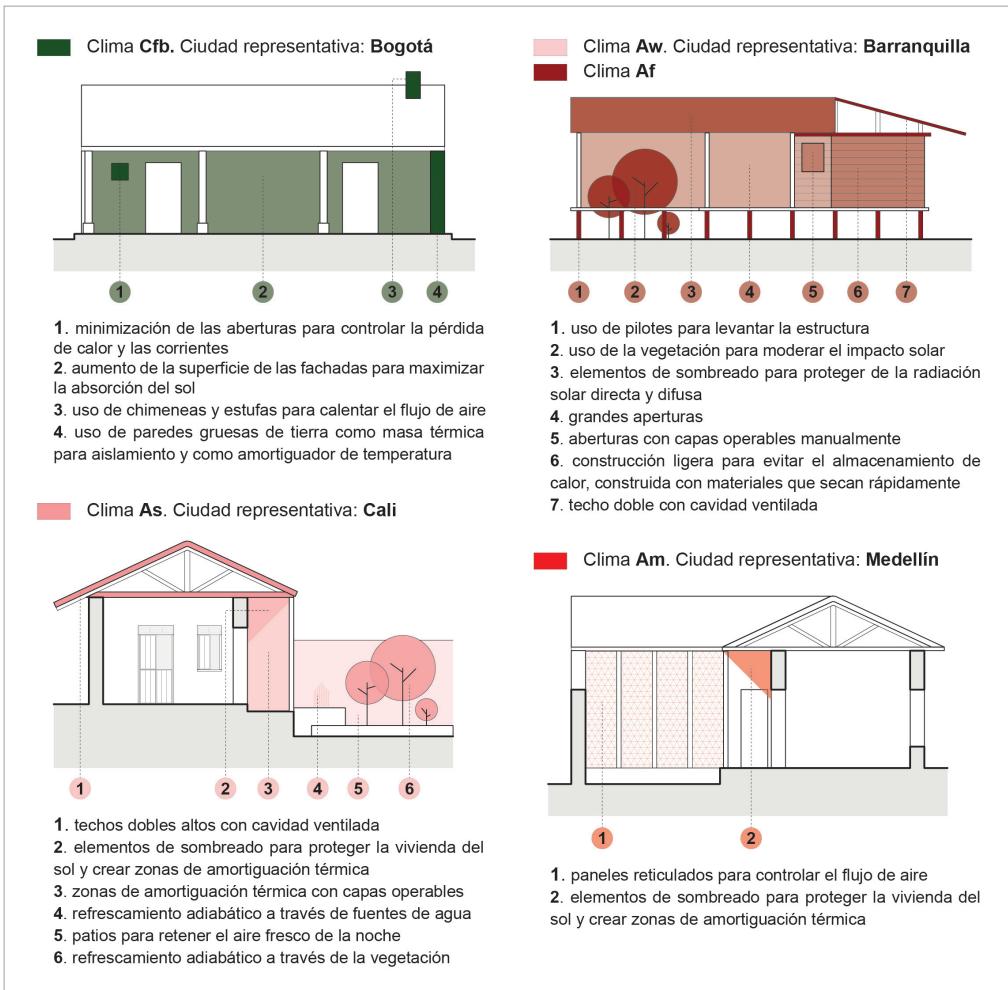


Figura 1. Consumos de aire acondicionado de acuerdo a cifras de JRAIA (Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association).

Fuente:

Figure 1.

Figura 2. Ejemplos de estrategias pasivas utilizadas por la arquitectura vernácula colombiana para la climatización de espacios en Colombia.

Fuente:

Figure 2.

El aire acondicionado tampoco es bueno para la salud. Varios estudios han demostrado ampliamente su relación con el Síndrome del Edificio Enfermo (SBS por sus siglas en inglés), que comúnmente comprende las alteraciones de la salud relacionadas con la calidad del aire interior (Ross, Menezes, Inez y Svidzinski, 2004). El uso de sistemas HVAC pueden conducir al crecimiento microbiano en ambientes encerrados que contribuyen al desarrollo del SBS en sus ocupantes. Esto incluye problemas menores como dolor de cabeza, fatiga, irritación de los ojos, nariz y garganta, y sequedad en la piel, hasta enfermedades más severas como conjuntivitis, rinitis, bronquitis, faringitis, neumonía y otras complicaciones respiratorias. Los estudios demuestran que los niños son más propensos a este tipo de afectaciones, debido a que sus órganos son más pequeños, vulnerables y en proceso de desarrollo (Kishi et al., 2018; Lu et al., 2018). Otras investigaciones han encontrado que en las habitaciones con aire acondicionado frecuentemente se presenta una acumulación considerable de dióxido de carbono (CO₂), mayor a los 1.000 ppm recomendables, en comparación con habitaciones ventiladas de manera natural (Sekhar y Goh, 2011; Wong y Huang, 2004).

Adicionalmente, las personas que pasan mucho tiempo en ambientes con aire acondicionado son cada vez más intolerantes a las temperaturas del ambiente exterior (Oves, Khan y Ismail, 2017). Esto es causado principalmente por el estrés en el cuerpo al pasar de un ambiente a otro con temperaturas muy diferentes. En algunos países, se estima que esta intolerancia ha llevado a un aumento de las muertes relacionadas por el clima, a un promedio de 400 víctimas por año (Oves et al., 2017).

El reciente aumento en el uso de sistemas HVAC se ha atribuido en parte al uso inadecuado de estándares para el confort térmico como el ASHRAE Standard 55, la norma ISO 7730 o la norma CSN EN 15251, desarrollados originalmente para ser utilizados en los Estados Unidos y Europa (Olesen, 2004). En muchos países estos estándares se han implementado literalmente, sin tener en cuenta las condiciones geográficas económicas o políticas locales o las tradiciones y prácticas culturales en cuanto a adaptación climática. Por ejemplo, en Colombia se implementó desde el 2004 la Norma Técnica Colombiana NTC 5316: Condiciones ambientales térmicas de inmuebles para personas. Esta norma

Air conditioning has been linked to health problems as several studies have demonstrated its relationship with the Sick Building Syndrome (SBS), which commonly includes illnesses related to indoor air quality (Ross, Menezes, Inez, & Svidzinski, 2004). The use of HVAC systems can lead to microbial growth in enclosed environments that contribute to the development of SBS in its occupants. This includes minor problems such as headache, fatigue, irritation of the eyes, nose and throat, and dry skin. Additionally, even more severe diseases such as conjunctivitis, rhinitis, bronchitis, pharyngitis, pneumonia and other respiratory complications can develop. Studies show that children are more prone to this type of illness, because their organs are smaller, more vulnerable and in the process of development (Kishi et al., 2018; Lu et al., 2018). Other research has found that in air-conditioned rooms there is often a considerable accumulation of carbon dioxide (CO₂), greater than the recommended 1000 ppm, compared to rooms that are naturally ventilated (Sekhar & Goh, 2011; Wong & Huang, 2004).

Additionally, people who spend a lot of time in air-conditioned environments become more intolerant to outside temperatures (Oves, Khan, & Ismail, 2017). This is mainly due to stress placed on the human body when going from one environment to another with a very different temperature. In some countries, it is estimated that this intolerance has led to an increase in climate-related deaths, to an average of 400 victims per year (Oves et al., 2017).

The recent increase in the use of HVAC systems has been attributed in part to the inappropriate use of standards for thermal comfort such as the ASHRAE Standard 55, the ISO 7730 standard or the CSN EN 15251 standard, originally developed in and for the United States and Europe (Olesen, 2004). In many countries these standards have been implemented, literally without taking into account local economic or political geographic conditions or cultural traditions and practices in terms of climate adaptation. For example, in Colombia, the Norma Técnica Colombiana NTC 5316: *Condiciones Ambientales Térmicas de Inmuebles para*

es una traducción idéntica al español de la norma norteamericana ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Estudios en otros países demuestran que estos estándares no son los más apropiados para edificios en climas tropicales como los presentes en Colombia (Kwong, Adam y Sahari, 2014; Rupp y Ghisi, 2014). Adicionalmente, se argumenta que estos estándares promueven el uso de sistemas HVAC, ya que han sido desarrollados y respaldados por asociaciones como la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado). Por lo tanto es factible que su contenido y redacción sugiera la superioridad del acondicionamiento mecánico sobre otras alternativas (Roaf, Nicol, Humphreys, Tuohy, & Boerstra, 2010).

El ASHRAE Standard 55 (2013) incluye dos métodos o modelos de evaluación del confort térmico en edificios, que son los más comúnmente utilizados. Estos se conocen como el modelo *estático* o modelo de *equilibrio térmico*, desarrollado por Fanger (1970) y el modelo *adaptativo* impulsado por de Dear et al. (1998). El primer modelo se centra en el estudio de variables fisiológicas relacionadas con el intercambio de calor entre el cuerpo humano y el medio ambiente, mientras que el segundo incluye otras variables dinámicas relacionadas con acciones y comportamiento de los ocupantes del edificio y el clima exterior.

Numerosas investigaciones de trabajo de campo han señalado una superposición significativa entre el modelo estático y el modelo adaptativo. Se ha reportado una tendencia generalizada a producir resultados variables entre los dos modelos, sin que se pueda predecir con precisión los niveles de confort térmico en cada caso (Djamila, 2017; Enescu, 2017; Gossauer y Wagner, 2007; Heinzerling, Schiavon, Webster y Arens, 2013; Hoof, 2010; Olesen, 2004). Esto se debe a que la percepción de neutralidad y confort es un aspecto subjetivo puede variar mucho entre diferentes climas y estaciones (Karyono, 1996; Zain, Taib, y Baki, 2007) y entre los ocupantes de acuerdo con la edad (Zomorodian, Tahsildost y Hafezi, 2016), el género (Karjalainen, 2012) y los antecedentes culturales (Karyono, 1996).

Diferentes estudios sugieren que las generalizaciones y aplicaciones literales de estas normas han conducido a suposiciones erróneas de una incomodidad térmica constante en espacios interiores,

Personas (Colombian technical standard for thermal environmental conditions in buildings) has been implemented since 2004. This standard is a literal translation into Spanish of the American Standard ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupation. Studies in other countries show that these standards are not the most appropriate for buildings in tropical climates such as those present in Colombia (Kwong, Adam, & Sahari, 2014; Rupp & Ghisi, 2014). Moreover, it is argued that these standards promote the use of HVAC systems, since they have been developed and supported by associations such as ASHRAE (American Society of Heating Engineers, Refrigeration and Air Conditioning). It is therefore feasible that its content and wording suggests the superiority of mechanical conditioning over other alternatives (Roaf, Nicol, Humphreys, Tuohy, & Boerstra, 2010).

The ASHRAE Standard 55 (2013) includes two methods or models for assessing thermal comfort in buildings, which are the most commonly used worldwide. These are known as the static model or thermal equilibrium model, developed by Fanger (1970) and the adaptive model lead by de Dear et al. (1998). The first model focuses on the study of physiological variables related to the heat exchange between the human body and the environment, while the second includes other dynamic variables related to occupants' actions and behaviour and the external climate.

Numerous fieldwork investigations have indicated a significant overlap between the static model and the adaptive model. A generalised tendency to produce variable results between the two models has been reported, which limits the ability to accurately predict thermal comfort levels (Djamila, 2017; Enescu, 2017; Gossauer & Wagner, 2007; Heinzerling, Schiavon, Webster, & Arens, 2013; Hoof, 2010; Olesen, 2004). This is because the perception of neutrality and comfort is a subjective aspect and can vary greatly between different climates and seasons ((Karyono, 1996; Zain, Taib, & Baki, 2007) and among occupants according to age, (Zomorodian, Tahsildost, & Hafezi, 2016) gender (Karjalainen, 2012) and cultural background (Karyono, 1996).

Different studies suggest that generalizations and literal applications of these norms have led to erroneous assumptions of a constant thermal

especialmente en climas tropicales (Chang, 2016; Roaf et al., 2010). Estas suposiciones tienen sus raíces en investigaciones sobre productividad de mediados del siglo XX, que afirmaban que el clima estaba obstaculizando la salud, la felicidad, el desarrollo socioeconómico y el rendimiento de los trabajadores en los trópicos, ya que estos se encontraban bajo un perpetuo estrés térmico (Anderson, 2006; Atkinson, 1950) (Imagen 3). Sin embargo, existe evidencia que indica que el sobre enfriamiento de edificios en climas cálidos y húmedos, no es usualmente debido a la preferencia de sus ocupantes, sino al mal diseño y operación inapropiada del sistemas HVAC (Sekhar, 2016).

3.

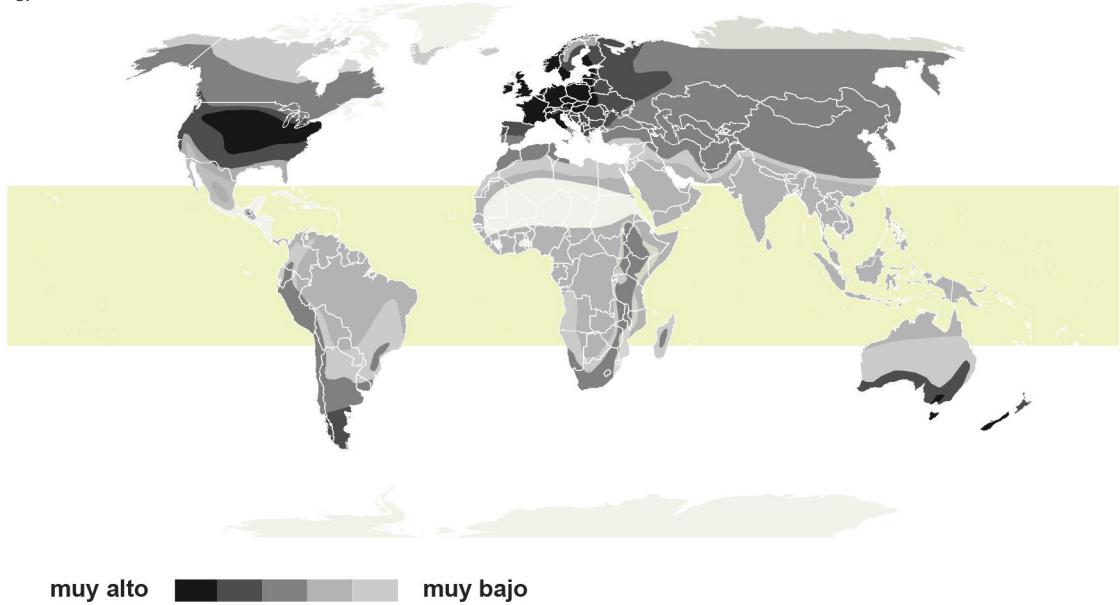


Figura 3.

Figure 3. Distribution of human health and energy on the basis of climate, based on image by Ellsworth Huntington 1924.

Fuente:

Figura 4. Mapa de zonas climáticas en Colombia, según la clasificación Köppen-Geiger.

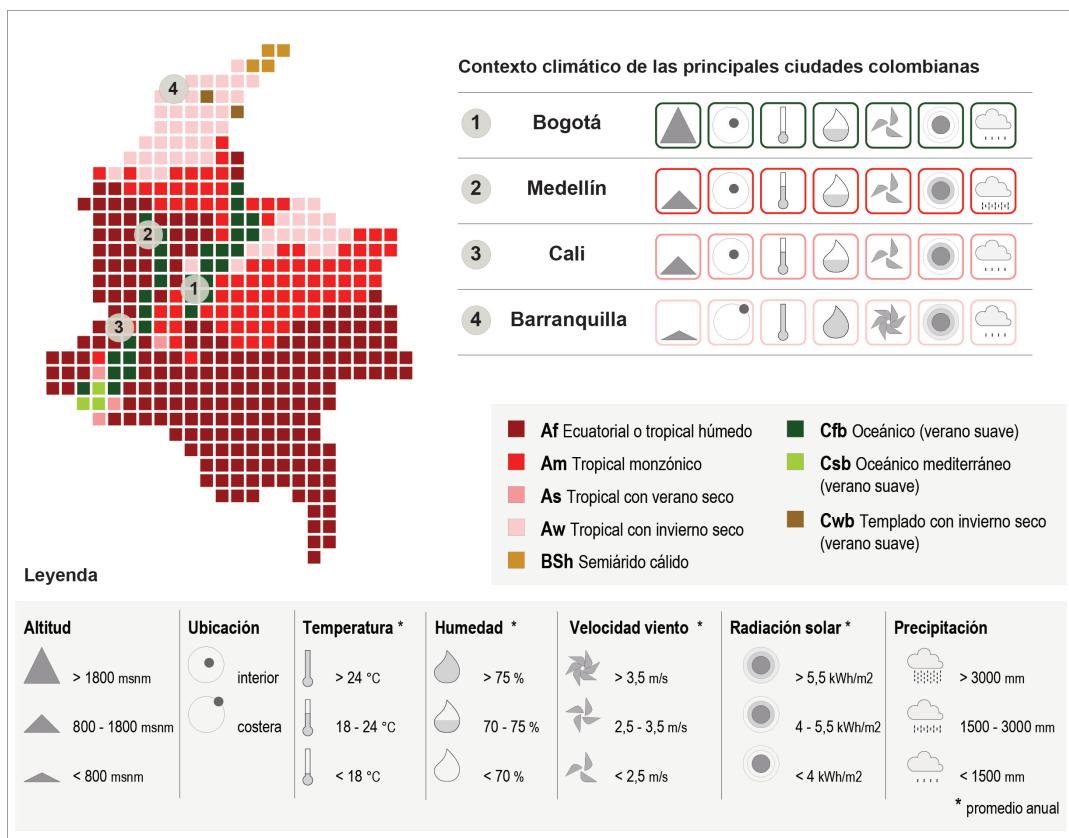
Fuente:

Figure 4.

Colombia se caracteriza por tener una gran diversidad de geografías y condiciones meteorológicas, con sus principales aglomeraciones urbanas localizadas en climas muy diferentes. Por ejemplo, Bogotá ubicada a 2.547 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 14 °C y 73% de humedad relativa se considera clima frío tipo Cfb (en la clasificación Köppen-Geiger). Medellín ubicada a 1.490 metros, con una temperatura promedio de 22°C y 68% de humedad relativa se considera clima monzónico tropical tipo Am. Cali ubicada a 961 metros, con una temperatura promedio de 23°C y 73% de humedad relativa se considera un clima tropical cálido-seco tipo As. Mientras que Barranquilla, ubicada en una zona costera a 52 metros, con una temperatura promedio de 28°C y 80% de humedad relativa se considera clima tropical húmedo-seco tipo Aw (Imagen 4) (Rodríguez y D'alessandro, 2014).

Colombia has great diversity of geographies and meteorological conditions, and its main cities are located in very different climates. For example, Bogotá – located at 2547m above sea level, with an average temperature of 14 °C and 73% relative humidity – is considered a cold climate type Cfb (in the Köppen-Geiger classification). Medellín – located at 1490m, with an average temperature of 22 °C and 68% relative humidity – is considered a tropical monsoon type Am. Cali – located at 961m, with an average temperature of 23 °C and 73% relative humidity – is considered a tropical warm-dry type climate, As. While Barranquilla –located in a coastal zone at 52m, with an average temperature of 28 °C and 80% relative humidity – is considered a wet-dry tropical climate type Aw (Figure 4) ((Rodríguez & D'alessandro, 2014).

4.



A pesar de esta gran diversidad, hay estudios que demuestran que para la mayoría de climas en Colombia, la comodidad térmica se puede lograr con estrategias pasivas y sin necesidad de sistemas de acondicionamiento (Gonçalves y Fernández, 2015; Hernandez, 2012). Existe abundante evidencia que indica que el aumento del movimiento del aire por medio de ventilación natural en ambientes cálidos es esencial para mejorar la comodidad térmica en espacios interiores. Claramente, la mejor manera de lograr esto es por medio de estrategias de diseño adecuadas y de obligatorio cumplimiento para las particularidades de cada región. Esto hace que las normas deban ser más específicas, precisas y medibles. Desafortunadamente, este no es el caso de la actual legislación en Colombia en donde las políticas al respecto todavía son muy ambiguas, se contradicen o carecen de objetivos comunes. Por ejemplo, la NTC 4595: 2006 *Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares*, hacen énfasis en la construcción de los edificios escolares como “instrumentos moduladores del clima donde no se contempla la utilización de equipos mecánicos especializados”. Igualmente, la Resolución 0549 (2015) del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), enfatiza la necesidad de asegurar el confort ambiental en interiores a través de estrategias pasivas como orientación, ganancia solar y protección solar, masa térmica, aislamiento, ventilación y selección de materiales. Sin embargo, ninguna de estas políticas define con precisión cuales son los rangos de confort aceptables de acuerdo a los diferentes climas, y tampoco se incluyen requisitos claros u obligatorios al respecto para los edificios nuevos, ni recomendaciones para la adaptación de los edificios existentes. Es decir, es muy difícil medir si un proyecto cumple ° no con requerimientos mínimos de confort, especialmente en la etapa de diseño.

Lo más preocupante es que los criterios de diseño para espacios con acondicionamiento mecánico son muy diferentes a los criterios que se recomiendan para espacios con ventilación natural. Por ejemplo, los espacios con aire acondicionado, por lo general, requieren ser de menor volumen y la con la menor cantidad de aperturas posible para minimizar filtraciones y hacer el sistema más eficiente. Por el contrario, los espacios con ventilación natural requieren de un mayor volumen (que se traduce usualmente en mayor altura) y un diseño adecuado de aperturas que promuevan el

Despite this great diversity, there are studies that show that for most climates in Colombia, thermal comfort can be achieved with passive strategies and without the need for mechanical conditioning systems (Gonçalves & Fernández, 2015; Hernandez, 2012). There is compelling evidence that the increase of air movement through natural ventilation is essential to improve indoor thermal comfort in warm environments. The best way to achieve this is through appropriate design strategies and mandatory regulations in each region. This means that standards must be more specific, precise and measurable. Unfortunately, this is not the case in the context of the current legislation in Colombia, where policies are still very ambiguous, contradictory or lack common objectives. For example, the NTC 4595: 2006 *Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares* (Colombian standard for the planning and design of school facilities), emphasise the construction of school buildings as “climate modulating instruments where the use of specialised mechanical equipment is not contemplated.” Similarly, Resolution 0549 (2015) of the Ministry of Housing, City and Territory (initialled MVCT in Spanish), emphasises the need to ensure indoor environmental comfort through passive strategies such as orientation, solar gain and solar protection, thermal mass, insulation, ventilation and material selection. However, none of these policies define precisely the acceptable comfort ranges according to the different climates, nor do they include clear or mandatory requirements for new buildings, nor recommendations for the adaptation of existing buildings. Therefore, it is very difficult to measure whether a project meets minimum comfort requirements or not, especially at the design stage.

The design criteria used for spaces with mechanical conditioning is very different from the criteria used for spaces with natural ventilation. For example, air-conditioned spaces in general are designed to be smaller and as airtight as possible to make the HVAC system more efficient. On the contrary, spaces with natural ventilation require a greater volume (which usually translates into greater height) and the adequate design of

movimiento de aire. Estas características arquitectónicas son muy difíciles de cambiar una vez el edificio está construido, especialmente en construcciones en altura. Por lo tanto, si el edificio fue diseñado para utilizar aire acondicionado es muy posible que esté limitado a su uso durante toda su vida útil. Igualmente, si la arquitectura no fue diseñada para proporcionar suficiente ventilación natural, es común que estrategias de acondicionamiento pasivo como los balcones y otros espacios de transición pierdan su función, y se conviertan en espacios para alojar los equipos de acondicionamiento mecánico (Figura 5).

openings to promote air movement. This dichotomy is a concern because architectural features are very difficult to change once the building is built, especially in multi storey constructions. Therefore, if the building was designed with HVAC system in mind it is very likely that it will be limited to its use throughout its life cycle. Likewise, spaces used for passive conditioning in existing buildings – such as balconies and other transitional spaces – tend to lose their original function when occupants use them to locate mechanical conditioning equipment instead (Figure 5).



5.

Figura 5. Ejemplo de balcones y otros espacios utilizados para albergar aires acondicionados.

Figure 5.

Este no es un problema que aqueja solo a Colombia, sino a muchos países con condiciones similares, especialmente en regiones tropicales. Como consecuencia, diferentes modelos para evaluar el confort térmico en edificios con ventilación natural o ventilación mixta han surgido en los últimos años, principalmente inspirados en el modelo adaptativo. Por ejemplo, Toe & Kubota (2013) sugieren un modelo para climas cálidos y húmedos en general. Otros modelos se centran en regiones tropicales específicas en el sudeste de Asia (Nguyen, Singh y Reiter, 2012), India (Asit Kumar Mishra y Ramgopal, 2015), México (Oropeza-Perez, Petzold-Rodriguez y Bonilla-Lopez, 2017) y Brasil (Cândido, Lamberts, de Dear, Bittencourt y de Vecchi, 2011). Mientras que modelos más específicos apuntan a diferentes tipos de ocupación, como edificios residenciales en diferentes zonas climáticas del este de China (Yan, Mao y Yang, 2017) o edificios de oficinas en climas cálidos y húmedos de la India (Indraganti, Ooka, Rijal y Brager, 2014).

Aunque todavía no existe consenso sobre la viabilidad o aplicabilidad en diversos contextos de ninguno de los modelos propuestos, numerosos autores concuerdan en que evaluar el confort térmico es una tarea compleja en donde se interrelacionan diferentes aspectos fisiológicos, psicológicos y sociales que requieren mayor investigación (Al horr et al., 2016; Cheng, Niu y Gao, 2012; Djamila, 2017; Frontczak y Wargocki, 2011; A. K. Mishra, Loomans y Hensen, 2016; Ortiz, Kurvers, & Bluyssen, 2017). En este contexto, se destaca la importancia de emprender más estudios post-ocupación que incluyan trabajo de campo en sitio (Djongyang, Tchinda y Njomo, 2010; Asit Kumar Mishra y Ramgopal, 2013; Roetzel, Tsangrassoulis, Dietrich y Busching, 2010). Igualmente, es indispensable lograr la coordinación de los entes generadores de políticas sobre el confort térmico para proporcionar mayor claridad en los requerimientos mínimos esperados, los procesos de implementación y los métodos de evaluación.

Desafortunadamente, la investigación científica sobre confort térmico en Colombia es todavía muy escasa. Por ejemplo, en la base de datos bibliográfica Scopus solo aparecen registrados tres records relacionados con confort térmico en espacios interiores en Colombia (Gonçalves y Fernández, 2015; Natarajan, Rodriguez y Vellei, 2015; Viloria, Acuna,

This is a problem that affects not only Colombia, but also many countries with similar conditions, especially in tropical regions. As a consequence, different models to assess thermal comfort in buildings with natural ventilation or mixed ventilation have emerged in recent years, many of these inspired by the adaptive model. For example, Toe & Kubota (2013) suggest a model for hot and humid climates in general. Other models focus on specific tropical regions in Southeast Asia (Asit Kumar Mishra & Ramgopal, 2015), México (Oropeza-Perez, Petzold-Rodriguez, & Bonilla-Lopez, 2017) and Brazil (Cândido, Lamberts, de Dear, Bittencourt, & de Vecchi, 2011) While more specific models point to different types of occupation, such as residential buildings in different climatic zones of eastern China (Yan, Mao, & Yang, 2017) or office buildings in hot and humid climates of India (Indraganti, Ooka, Rijal, & Brager, 2014).

Although there is still no consensus on the feasibility or applicability – within different contexts – of any of the proposed models, many authors agree that assessing thermal comfort is a complex task that requires further investigation, especially in the interrelation between different physiological, psychological and social factors (Al horr et al., 2016; Cheng, Niu, & Gao, 2012; Djamila, 2017; Frontczak & Wargocki, 2011; A. K. Mishra, Loomans, & Hensen, 2016; Ortiz, Kurvers, & Bluyssen, 2017). In this context, the importance of undertaking more post-occupation studies that include on-site field-work is highlighted (Djongyang, Tchinda, & Njomo, 2010; Asit Kumar Mishra & Ramgopal, 2013; Roetzel, Tsangrassoulis, Dietrich, & Busching, 2010). Likewise, it is essential to achieve the coordination of the entities generating policies on thermal comfort to provide greater clarity in the minimum expected requirements, the implementation processes and the evaluation methods.

Unfortunately, scientific research on thermal comfort in Colombia is still very scarce. For example, only three records related to indoor thermal comfort in Colombia are recorded in the Scopus bibliographic database (Gonçalves & Fernández, 2015; Natarajan, Rodriguez, & Vellei, 2015; Viloria,

Mejía y Galofre, 2016) y uno relacionado con espacios exteriores (Villadiego y Velay-Dabat, 2014). Estas cifras son muy bajas comparadas con países como Chile que registra 47 records en el mismo tema, México que registra 93 o Brasil que registra 197. En conclusión y de acuerdo a los argumentos aquí planteados, se manifiesta la necesidad urgente de impulsar proyectos de investigación científica en el tema de confort térmico en arquitectura en Colombia, encaminados a la formulación de un modelo de medición y evaluación que sea apropiado para las condiciones de este país y que sirva como base para el desarrollo de políticas.

Acuna, Mejía, & Galofre, 2016) and one related to outdoor spaces (Villadiego & Velay-Dabat, 2014). These figures are very low compared to countries such as Chile that registers 47 records on the same subject, Mexico that registers 93 or Brazil that registers 197. In conclusion and according to the arguments presented here, there is an urgent need to promote scientific research projects on the topic of thermal comfort in architecture in Colombia. Efforts must aim at the formulation of a measurement and evaluation model appropriate for the conditions of this country, which could serve as a basis for the development of policies.



■ REFERENCIAS

- Al horr, Y., Arif, M., Katafygiotou, M., Mazroei, A., Kaushik, A., y Elsarrag, E. (2016). Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2016.03.006>
- Anderson, W. (2006). *Colonial pathologies: American tropical medicine, race, and hygiene in the Philippines*. Durham and London: Duke University Press.
- ANSI/ASHRAE. (2013). *ANSI/ASHRAE 55:2013 thermal environmental conditions for human occupancy*. Ashrae. <https://doi.org/10.1007/s11926-011-0203-9>
- Atkinson, G. A. (1950). Building in the tropics. *Royal Institute of British Architects Journal*, 57, 317.
- Cândido, C., Lamberts, R., de Dear, R., Bittencourt, L., y de Vecchi, R. (2011). Towards a Brazilian standard for naturally ventilated buildings: Guidelines for thermal and air movement acceptability. *Building Research & Information*, 39(2), 145–153. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.557858>
- Chang, J. H. (2016). Thermal comfort and climatic design in the tropics: An historical critique. *Journal of Architecture*, 21(8), 1171–1202. <https://doi.org/10.1080/13602365.2016.1255907>
- Al horr, Y., Arif, M., Katafygiotou, M., Mazroei, A., Kaushik, A., & Elsarrag, E. (2016). Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2016.03.006>
- Anderson, W. (2006). *Colonial pathologies: American tropical medicine, race, and hygiene in the Philippines*. Durham and London: Duke University Press.
- ANSI/ASHRAE. (2013). *ANSI/ASHRAE 55:2013 thermal environmental conditions for human occupancy*. Ashrae. <https://doi.org/10.1007/s11926-011-0203-9>
- Atkinson, G. A. (1950). Building in the tropics. *Royal Institute of British Architects Journal*, 57, 317.
- Cândido, C., Lamberts, R., de Dear, R., Bittencourt, L., & de Vecchi, R. (2011). Towards a Brazilian standard for naturally ventilated buildings: Guidelines for thermal and air movement acceptability. *Building Research & Information*, 39(2), 145–153. <https://doi.org/10.1080/09613218.2011.557858>
- Chang, J. H. (2016). Thermal comfort and climatic design in the tropics: An historical critique. *Journal of Architecture*, 21(8), 1171–1202. <https://doi.org/10.1080/13602365.2016.1255907>

- Cheng, Y., Niu, J., y Gao, N. (2012). Thermal comfort models: A review and numerical investigation. *Building and Environment*, 47(1), 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.011>
- Davis, L. W., y Gertler, P. J. (2015). Contribution of air conditioning adoption to future energy use under global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(19), 5962–5967. <https://doi.org/10.1073/pnas.1423558112>
- de Dear, R., Brager, G., y Cooper, D. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Transactions*, 104(Part 1), 1–18. Retrieved from https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6.pdf%5Cnhttp://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6.pdf%5Cnhttp://repositories.cdlib.org/cdr/cbe/ieq/deDear1998_ThermComPref
- Djamila, H. (2017). Indoor thermal comfort predictions: Selected issues and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 569–580. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.076>
- Djongyang, N., Tchinda, R., y Njomo, D. (2010). Thermal comfort: A review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2626–2640. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.040>
- Enescu, D. (2017). A review of thermal comfort models and indicators for indoor environments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1353–1379. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.175>
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Frontczak, M., y Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, 46(4), 922–937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
- Gonçalves, J., y Fernández, J. (2015). The Environmental Design of Working Spaces in Equatorial Highlands Zones: The Case of Bogotá. *Buildings*, 5(4), 1105–1130. <https://doi.org/10.3390/buildings5041105>
- Cheng, Y., Niu, J., & Gao, N. (2012). Thermal comfort models: A review and numerical investigation. *Building and Environment*, 47(1), 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.011>
- Davis, L. W., & Gertler, P. J. (2015). Contribution of air conditioning adoption to future energy use under global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(19), 5962–5967. <https://doi.org/10.1073/pnas.1423558112>
- de Dear, R., Brager, G., & Cooper, D. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Transactions*, 104(Part 1), 1–18. Retrieved from https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6.pdf%5Cnhttp://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6.pdf%5Cnhttp://repositories.cdlib.org/cdr/cbe/ieq/deDear1998_ThermComPref
- Djamila, H. (2017). Indoor thermal comfort predictions: Selected issues and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 569–580. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.076>
- Djongyang, N., Tchinda, R., & Njomo, D. (2010). Thermal comfort: A review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2626–2640. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.040>
- Enescu, D. (2017). A review of thermal comfort models and indicators for indoor environments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 1353–1379. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.175>
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Frontczak, M., & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, 46(4), 922–937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>
- Gonçalves, J., & Fernández, J. (2015). The Environmental Design of Working Spaces in Equatorial Highlands Zones: The Case of Bogotá. *Buildings*, 5(4), 1105–1130. <https://doi.org/10.3390/buildings5041105>

- Gossauer, E., y Wagner, A. (2007). Post-occupancy evaluation and thermal comfort: State of the art and new approaches. *Advances in Building Energy Research*, 1(1), 151–175. <https://doi.org/10.1080/17512549.2007.9687273>
- Heinzerling, D., Schiavon, S., Webster, T., y Arens, E. (2013). Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme. *Building and Environment*, 70, 210–222. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.027>
- Hernandez, A. (2012). *Applicability of the Passivhaus Standard for social housing in urban tropical climates (Colombia)*. University of Bath. Retrieved from <http://babel.banrepultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll23/id/310/>
- Hoof, J. van. (2010). Thermal comfort: research and practice. *Frontiers in Bioscience*, 15(1), 765. <https://doi.org/10.2741/3645>
- Indraganti, M., Ooka, R., Rijal, H. B., y Brager, G. S. (2014). Adaptive model of thermal comfort for offices in hot and humid climates of India. *Building and Environment*, 74, 39–53. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.002>
- Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA). (2017). *World air conditioner demand by region*. Retrieved from https://www.jraia.or.jp/english/World_AC_Demand.pdf
- Karjalainen, S. (2012). Thermal comfort and gender: A literature review. *Indoor Air*, 22(2), 96–109. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00747.x>
- Karyono, T. H. (1996). Thermal comfort in the tropical South East Asia region. *Architectural Science Review*, 39(3), 135–139. <https://doi.org/10.1080/00038628.1996.9696808>
- Kishi, R., Ketema, R. M., Ait Bamai, Y., Araki, A., Kawai, T., Tsuboi, T., ... Saito, T. (2018). Indoor environmental pollutants and their association with sick house syndrome among adults and children in elementary school. *Building and Environment*, 136(January), 293–301. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.056>
- Gossauer, E., & Wagner, A. (2007). Post-occupancy evaluation and thermal comfort: State of the art and new approaches. *Advances in Building Energy Research*, 1(1), 151–175. <https://doi.org/10.1080/17512549.2007.9687273>
- Heinzerling, D., Schiavon, S., Webster, T., & Arens, E. (2013). Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme. *Building and Environment*, 70, 210–222. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.027>
- Hernandez, A. (2012). *Applicability of the Passivhaus Standard for social housing in urban tropical climates (Colombia)*. University of Bath. Retrieved from <http://babel.banrepultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll23/id/310/>
- Hoof, J. van. (2010). Thermal comfort: research and practice. *Frontiers in Bioscience*, 15(1), 765. <https://doi.org/10.2741/3645>
- Indraganti, M., Ooka, R., Rijal, H. B., & Brager, G. S. (2014). Adaptive model of thermal comfort for offices in hot and humid climates of India. *Building and Environment*, 74, 39–53. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.002>
- Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA). (2017). *World air conditioner demand by region*. Retrieved from https://www.jraia.or.jp/english/World_AC_Demand.pdf
- Karjalainen, S. (2012). Thermal comfort and gender: A literature review. *Indoor Air*, 22(2), 96–109. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00747.x>
- Karyono, T. H. (1996). Thermal comfort in the tropical South East Asia region. *Architectural Science Review*, 39(3), 135–139. <https://doi.org/10.1080/00038628.1996.9696808>
- Kishi, R., Ketema, R. M., Ait Bamai, Y., Araki, A., Kawai, T., Tsuboi, T., ... Saito, T. (2018). Indoor environmental pollutants and their association with sick house syndrome among adults and children in elementary school. *Building and Environment*, 136(January), 293–301. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.056>

Kwong, Q. J., Adam, N. M., y Sahari, B. B. (2014). Thermal comfort assessment and potential for energy efficiency enhancement in modern tropical buildings: A review. *Energy and Buildings*, 68(PARTA), 547–557. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.09.034>

Lu, Y., Lin, S., Lawrence, W. R., Lin, Z., Gurzau, E., Csobod, E., y Neamtiu, I. A. (2018). Evidence from SINPHONIE project: Impact of home environmental exposures on respiratory health among school-age children in Romania. *Science of the Total Environment*, 621, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.157>

Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., y Hensen, J. L. M. (2016). Thermal comfort of heterogeneous and dynamic indoor conditions — An overview. *Building and Environment*, 109, 82–100. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.016>

Mishra, A. K., y Ramgopal, M. (2013). Field studies on human thermal comfort - An overview. *Building and Environment*, 64, 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.015>

Mishra, A. K., y Ramgopal, M. (2015). An adaptive thermal comfort model for the tropical climatic regions of India (Köppen climate type A). *Building and Environment*, 85, 134–143. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.006>

Natarajan, S., Rodriguez, J., y Vellei, M. (2015). A field study of indoor thermal comfort in the subtropical highland climate of Bogota, Colombia. *Journal of Building Engineering*, 4, 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.10.003>

Nguyen, A. T., Singh, M. K., y Reiter, S. (2012). An adaptive thermal comfort model for hot humid South-East Asia. *Building and Environment*, 56, 291–300. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.03.021>

Olesen, B. W. (2004). International standards for the indoor environment. *Indoor Air*, 14(Suppl 7), 18–26. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00268.x>

Kwong, Q. J., Adam, N. M., & Sahari, B. B. (2014). Thermal comfort assessment and potential for energy efficiency enhancement in modern tropical buildings: A review. *Energy and Buildings*, 68(PARTA), 547–557. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.09.034>

Lu, Y., Lin, S., Lawrence, W. R., Lin, Z., Gurzau, E., Csobod, E., & Neamtiu, I. A. (2018). Evidence from SINPHONIE project: Impact of home environmental exposures on respiratory health among school-age children in Romania. *Science of the Total Environment*, 621, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.157>

Mishra, A. K., Loomans, M. G. L. C., & Hensen, J. L. M. (2016). Thermal comfort of heterogeneous and dynamic indoor conditions — An overview. *Building and Environment*, 109, 82–100. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.016>

Mishra, A. K., & Ramgopal, M. (2013). Field studies on human thermal comfort - An overview. *Building and Environment*, 64, 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.02.015>

Mishra, A. K., & Ramgopal, M. (2015). An adaptive thermal comfort model for the tropical climatic regions of India (Köppen climate type A). *Building and Environment*, 85, 134–143. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.006>

Natarajan, S., Rodriguez, J., & Vellei, M. (2015). A field study of indoor thermal comfort in the subtropical highland climate of Bogota, Colombia. *Journal of Building Engineering*, 4, 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.10.003>

Nguyen, A. T., Singh, M. K., & Reiter, S. (2012). An adaptive thermal comfort model for hot humid South-East Asia. *Building and Environment*, 56, 291–300. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.03.021>

Olesen, B. W. (2004). International standards for the indoor environment. *Indoor Air*, 14(Suppl 7), 18–26. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00268.x>

- Oropeza-Perez, I., Petzold-Rodriguez, A. H., y Bonilla-Lopez, C. (2017). Adaptive thermal comfort in the main Mexican climate conditions with and without passive cooling. *Energy and Buildings*, 145, 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.031>
- Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., y Bluyssen, P. M. (2017). A review of comfort, health, and energy use: Understanding daily energy use and wellbeing for the development of a new approach to study comfort. *Energy and Buildings*, 152, 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.060>
- Oves, M., Khan, M. Z., y Ismail, I. M. I. (2017). *Modern age environmental problems and their remediation. Modern Age Environmental Problems and their Remediation*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64501-8>
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., y Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40(3), 394–398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007>
- Roaf, S., Nicol, F., Humphreys, M., Tuohy, P., y Boerstra, A. (2010). Twentieth century standards for thermal comfort: Promoting high energy buildings. *Architectural Science Review*, 53(1), 65–77. <https://doi.org/10.3763/asre.2009.0111>
- Rodriguez, C. M., y D'alessandro, M. (2014). Climate and Context Adaptive Building Skins for Tropical Climates: a review centred on the context of Colombia. In *Conference: Advanced Building Skins, At Bressanone, Italy*.
- Roetzel, A., Tsangrassoulis, A., Dietrich, U., y Busching, S. (2010). A review of occupant control on natural ventilation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1001–1013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.005>
- Ross, C., Menezes, J. R. De, Inez, T., y Svidzinski, E. (2004). Studies on fungal and bacterial population of air-conditioned environments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(September), 827–835. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000500020>
- Oropeza-Perez, I., Petzold-Rodriguez, A. H., & Bonilla-Lopez, C. (2017). Adaptive thermal comfort in the main Mexican climate conditions with and without passive cooling. *Energy and Buildings*, 145, 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.031>
- Ortiz, M. A., Kurvers, S. R., & Bluyssen, P. M. (2017). A review of comfort, health, and energy use: Understanding daily energy use and wellbeing for the development of a new approach to study comfort. *Energy and Buildings*, 152, 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.07.060>
- Oves, M., Khan, M. Z., & Ismail, I. M. I. (2017). *Modern age environmental problems and their remediation. Modern Age Environmental Problems and their Remediation*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64501-8>
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., & Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, 40(3), 394–398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.03.007>
- Roaf, S., Nicol, F., Humphreys, M., Tuohy, P., & Boerstra, A. (2010). Twentieth century standards for thermal comfort: Promoting high energy buildings. *Architectural Science Review*, 53(1), 65–77. <https://doi.org/10.3763/asre.2009.0111>
- Rodriguez, C. M., & D'alessandro, M. (2014). Climate and Context Adaptive Building Skins for Tropical Climates: a review centred on the context of Colombia. In *Conference: Advanced Building Skins, At Bressanone, Italy*.
- Roetzel, A., Tsangrassoulis, A., Dietrich, U., & Busching, S. (2010). A review of occupant control on natural ventilation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 1001–1013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.005>
- Ross, C., Menezes, J. R. De, Inez, T., & Svidzinski, E. (2004). Studies on fungal and bacterial population of air-conditioned environments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(September), 827–835. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000500020>

- Rupp, R. F., y Ghisi, E. (2014). What is the most adequate method to assess thermal comfort in hybrid commercial buildings located in hot-humid summer climate? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 449–462. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.102>
- Sekhar, S. C. (2016). Thermal comfort in air-conditioned buildings in hot and humid climates - why are we not getting it right? *Indoor Air*, 26(1), 138–152. <https://doi.org/10.1111/ina.12184>
- Sekhar, S. C., y Goh, S. E. (2011). Thermal comfort and IAQ characteristics of naturally/mechanically ventilated and air-conditioned bedrooms in a hot and humid climate. *Building and Environment*, 46(10), 1905–1916. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.03.012>
- Sivak, M. (2009). Potential energy demand for cooling in the 50 largest metropolitan areas of the world: Implications for developing countries. *Energy Policy*, 37(4), 1382–1384. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.031>
- Toe, D. H. C., y Kubota, T. (2013). Development of an adaptive thermal comfort equation for naturally ventilated buildings in hot-humid climates using ASHRAE RP-884 database. *Frontiers of Architectural Research*, 2(3), 278–291. <https://doi.org/10.1016/j foar.2013.06.003>
- Villadiego, K., y Velay-Dabat, M. A. (2014). Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: A field study in Barranquilla. *Building and Environment*, 75, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.017>
- Viloria, A., Acuna, N., Mejia, H., y Galofre, M. (2016). Determination of the influence of thermal comfort in care and concentration of media education students: Case Colombia. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(46). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107374>
- Wong, N. H., & Huang, B. (2004). Comparative study of the indoor air quality of naturally ventilated and air-conditioned bedrooms of residential buildings in Singapore. *Building and Environment*, 39(9), 1115–1123. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.01.024>
- Rupp, R. F., & Ghisi, E. (2014). What is the most adequate method to assess thermal comfort in hybrid commercial buildings located in hot-humid summer climate? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 449–462. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.102>
- Sekhar, S. C. (2016). Thermal comfort in air-conditioned buildings in hot and humid climates - why are we not getting it right? *Indoor Air*, 26(1), 138–152. <https://doi.org/10.1111/ina.12184>
- Sekhar, S. C., & Goh, S. E. (2011). Thermal comfort and IAQ characteristics of naturally/mechanically ventilated and air-conditioned bedrooms in a hot and humid climate. *Building and Environment*, 46(10), 1905–1916. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.03.012>
- Sivak, M. (2009). Potential energy demand for cooling in the 50 largest metropolitan areas of the world: Implications for developing countries. *Energy Policy*, 37(4), 1382–1384. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.031>
- Toe, D. H. C., & Kubota, T. (2013). Development of an adaptive thermal comfort equation for naturally ventilated buildings in hot-humid climates using ASHRAE RP-884 database. *Frontiers of Architectural Research*, 2(3), 278–291. <https://doi.org/10.1016/j foar.2013.06.003>
- Villadiego, K., & Velay-Dabat, M. A. (2014). Outdoor thermal comfort in a hot and humid climate of Colombia: A field study in Barranquilla. *Building and Environment*, 75, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.017>
- Viloria, A., Acuna, N., Mejia, H., & Galofre, M. (2016). Determination of the influence of thermal comfort in care and concentration of media education students: Case Colombia. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(46). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107374>
- Wong, N. H., & Huang, B. (2004). Comparative study of the indoor air quality of naturally ventilated and air-conditioned bedrooms of residential buildings in Singapore. *Building and Environment*, 39(9), 1115–1123. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.01.024>

- Yan, H., Mao, Y., y Yang, L. (2017). Thermal adaptive models in the residential buildings in different climate zones of Eastern China. *Energy and Buildings*, 141, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.016>
- Yang, L., Yan, H., y Lam, J. C. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications - A review. *Applied Energy*, 115, 164–173. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.062>
- Yau, Y. H., y Hasbi, S. (2013). A review of climate change impacts on commercial buildings and their technical services in the tropics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 430–441. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.035>
- Zain, Z. M., Taib, M. N., y Baki, S. M. S. (2007). Hot and humid climate: Prospect for thermal comfort in residential building. *Desalination*, 209(1–3 SPEC. ISS.), 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.04.036>
- Zhao, H. X., y Magoulès, F. (2012). A review on the prediction of building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3586–3592. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.049>
- Zomorodian, Z. S., Tahsildooost, M., y Hafezi, M. (2016). Thermal comfort in educational buildings: A review article. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 895–906. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.033>
- Yan, H., Mao, Y., & Yang, L. (2017). Thermal adaptive models in the residential buildings in different climate zones of Eastern China. *Energy and Buildings*, 141, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.016>
- Yang, L., Yan, H., & Lam, J. C. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications - A review. *Applied Energy*, 115, 164–173. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.062>
- Yau, Y. H., & Hasbi, S. (2013). A review of climate change impacts on commercial buildings and their technical services in the tropics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 430–441. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.035>
- Zain, Z. M., Taib, M. N., & Baki, S. M. S. (2007). Hot and humid climate: Prospect for thermal comfort in residential building. *Desalination*, 209(1–3 SPEC. ISS.), 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.04.036>
- Zhao, H. X., & Magoulès, F. (2012). A review on the prediction of building energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3586–3592. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.049>
- Zomorodian, Z. S., Tahsildooost, M., & Hafezi, M. (2016). Thermal comfort in educational buildings: A review article. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 895–906. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.033>

Carolina Rodriguez

Docente e Investigadora Programa de Arquitectura, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia, carolina-rodriguez1@unipiloto.edu.co

María Camila Coronado

Docente e Investigadora Programa de Arquitectura, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, maria-coronado1@unipiloto.edu.co

Marta D'Alessandro

Investigadora adjunta, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, martadalessandro87@yahoo.it, Campus Leonardo, via Bonardi 9, 20133 Milan, Italy, Tel: +39 0223996237.

» CONDICIONES CLIMÁTICAS
DE DISEÑO EN REGIONES TROPICALES

CLIMATIC DESIGN «
COMFORT MODEL IN COLOMBIA

■ ANTECEDENTES

Las zonas tropicales presentan características particulares de comportamiento climático asociadas a temporadas secas y de lluvias que difieren de las marcadas condiciones estacionales en las regiones septentrionales y australes, cuya estacionalidad está marcada por la variación del ángulo de incidencia de los rayos del sol sobre estas regiones a través del año.

Las zonas ecuatoriales, que para efectos de este documento se declaran, de manera genérica, como zonas tropicales, están marcadas por fenómenos de desplazamiento de grandes masas de vapor de agua asociadas con efectos térmicos variables en la Zona Tórrida, a través del ciclo anual, lo que resulta en variaciones de comportamiento climático en temporadas secas o de lluvia.

Influyen además factores asociados con la disposición geográfica, vientos predominantes y altitud, entre otros, los que en conjunto completan la compleja ecuación climática particular para cada región o ciudad. Estos factores combinados se traducen en condiciones variables, en el tiempo, de temperatura y humedad que marcan patrones de comportamiento característicos de clima.

En las zonas Tórrida no se produce esta variación de ángulo de incidencia del sol, por lo que las condiciones de temperatura y humedad están asociadas con las temporadas de lluvia y de sequía, lo que exige altos consumos de energía aplicados a los sistemas de climatización a través del periodo anual.

■ BACKGROUND

Tropical zones present particular characteristics of climatic behavior associated with dry and rainy seasons that differ from the marked seasonal conditions in the northern and southern regions. In these, seasonality is marked by the variation of the angle of incidence of the sun's rays on these regions throughout the year.

The equatorial zones, which for the purposes of this document, are declared in a generic way as tropical zones, are marked by phenomena of displacement of large masses of water vapor associated with variable thermal effects in the Torrid Zone, throughout the annual cycle, which results in variations of climatic behavior in dry or rainy seasons.

Factors associated with the geographical arrangement, predominant winds and altitude, among others, are also influential, which together complete the complex climatic equation particular to each region or city. These combined factors are translated into variable conditions, in time, temperature and humidity that mark behavior patterns characteristic of climate.

In the Torrid zones, this variation in the angle of incidence of the sun does not occur, which is why temperature and humidity conditions are associated with the rainy and drought seasons. This circumstance requires high energy consumption applied to air conditioning systems through the annual period.

Estas consideraciones climáticas en zonas tropicales, constituyen una invitación a los desarrolladores y diseñadores de edificaciones a revisar algunos aspectos constructivos desde las primeras etapas de diseño que tienen incidencia en la calidad y vida útil de los inmuebles, así como en los costos de energía y operación.

■ ZONAS CLIMÁTICAS INTERNACIONALES

En la actualidad se tiene establecidas nueve (9) zonas climáticas internacionales cubriendo desde la zona cero (Zona 0) para ciudades extremadamente calientes hasta la zona ocho (8) referida a zonas árticas.

La metodología establecida para definir las condiciones climáticas de una ciudad, en cualquier lugar de la geografía, se referencia a partir de la cantidad de horas anuales acumuladas de temperaturas que superan el umbral establecido de exigencias de acondicionamiento de aire para enfriamiento (10°C / 55°F) a lo largo del año, lo que se referencia como **Grados Día para Enfriamiento** (Cooling Degree Days) referidos a una temperatura de 10°C (55°F). Lo anterior se reconoce bajo la sigla CDD10 o CDD55.

■ CÁLCULO DE CDD

Este cálculo se realiza estimando la diferencia entre la temperatura promedio de cada día y la base de 10°C (55°F), cuyo valor se acumula día a día a través del año, para obtener una cantidad de grados-día de exigencia anual para enfriamiento.

Un mayor número CDD confirma una mayor exigencia de enfriamiento a través del periodo anual que se incrementa hacia zonas climáticas más cálidas siendo la condición extrema, la zona 0, en la que no se presentan condiciones de estacionalidad y están asociadas con alta temperatura y humedad a través del periodo anual.

These climatic considerations in tropical zones, are an invitation to the developers and designers of buildings to review some constructive aspects from the first stages of design that have an impact on the quality and useful life of the buildings, as well as on the energy and operation costs.

■ INTERNATIONAL CLIMATIC ZONES

At present, nine (9) international climatic zones are established, covering from zone zero (zone 0) for extremely hot cities to zone eight (8) referring to arctic zones.

The established methodology to define the climatic conditions of a city in any place geographic place, is referenced from the amount of accumulated annual hours of temperatures that exceed the established threshold of air conditioning requirements for cooling (10°C / 55°F) throughout the year, which is referred to as **Cooling Degree Days** that corresponds to a temperature of 10°C (55°F). The foregoing is recognized under the acronym CDD10 or CDD55.

■ CALCULATION OF CDD

This calculation is made by estimating the difference between the average temperature of each day and the base of 10°C (55°F), which value accumulates day by day throughout the year, to obtain a number of degrees-day of annual demand for cooling.

A greater CDD number confirms a greater demand for cooling through the annual period that increases towards warmer climatic zones being the extreme condition zone 0, in which seasonality conditions do not occur and are associated with high temperature and humidity throughout the annual period.

Figura 1. *Zonas climáticas Internacionales*

Figure 1. *International Climatic Zones*

1.	ZONAS CLIMÁTICAS INTERNACIONALES ASHRAE STD-169-2013	NOMBRE	CRITERIO CDD10°C Σ DIFF. DIA.°C	CRITERIO HDD18°C Σ DIFF. DIA.°C
	ZONA 0	Cálido extremo	6000 < CDD10	-
	ZONA 1	Muy cálido	5000 < CDD10 <= 6000	-
	ZONA 2	Cálido	3500 < CDD10 <= 5000	-
	ZONA 3	Templado	0 < CDD10 <= 3500	& 0 < HDD18 <= 2000
	ZONA 4	Mezcla	0 < CDD10 <= 3500	& 2000 < HDD18 <= 3000
	ZONA 5	Fresco	0 < CDD10 <= 3500	& 3000 < HDD18 <= 4000
	ZONA 6	Frío	-	4000 < HDD18 <= 5000
	ZONA 7	Muy frío	-	5000 < HDD18 <= 7000
	ZONA 8	Subártico / Ártico	-	7000 < HDD18

■ CÁLCULO DE HDD

La estimación de HDD – Heating Degree Days o Grados Día para Calefacción se realiza, de manera similar, tomando como referencia la temperatura base de 18.3°C (65°F) que marca la temperatura a partir de la cual se empieza a demandar soluciones de calefacción.

Un mayor HDD anual confirma una mayor exigencia de calefacción a través del año con tendencia a incrementar el uso de este tipo de sistemas a medida que avanza hacia las zonas árticas (zonas 7, 8).

■ CLIMAS Y ESTACIONES]

En este mapa se aprecia, a modo de ejemplo, el escalonamiento de zonas climáticas referenciadas con las líneas de latitud para los Estados Unidos, a medida que se acercan al círculo polar ártico.

Este comportamiento climático cambia en la zona Tórrida en donde ya no se mantienen esos parámetros de correspondencia con estaciones, presentándose cambios de comportamiento climático asociados con la altitud, como se aprecia en el mapa de Colombia.

■ EFECTO DE ALTITUD

Durante los últimos años, si bien estaba referenciada la relación altitud vs temperatura en estas zonas

■ CALCULATION OF HDD

The HDD – Heating Degree Days are calculated in a similar way, taking as a reference the base temperature of 18.3 ° C (65 ° F) which marks the temperature from which heating solutions are required.

A higher annual HDD confirms a greater demand for heating throughout the year with a tendency to increase the use of this type of systems as it moves towards the Arctic zones (zones 7, 8).

■ CLIMATES AND STATIONS

This map shows, by way of example, the stepping of climatic zones referenced with the latitude lines for the United States, as they approach the Arctic Circle.

This climatic behavior changes in the Torrid Zone where those parameters of seasonal reciprocity are no longer maintained, with changes in climatic behavior associated with altitude, as can be seen in the map of Colombia.

■ ALTITUDE EFFECT

Over the past few years the relationship between altitude and temperature was referenced in these tropical zones, yet no approximate altitude level had been established from which climatic zones

tropicales, no se habían establecido cotas aproximadas de altitud a partir de las cuales se podrían asignar zonas climáticas a algunas ciudades en Colombia, lo que generaba incertidumbre en cuanto a la aplicación de criterios constructivos de edificaciones conforme a las directrices y criterios constructivos contenidos en los estándares ASHRAE 90.1 y 189.1.

En efecto, los estudios de investigación de comportamiento climático realizados por ACAIRE en el año 2016 para dieciséis (16) ciudades colombianas han permitido confirmar dicha correlación entre zonas climáticas y pisos térmicos aquí mencionados.

Es así como, en el cinturón de la la región Tórrida sobre las zonas costeras, en ciudades ubicadas entre 0 y los 1000 metros de altitud, se presentan condiciones climáticas típicas de zonas 0 y 1, mientras que en ciudades de altitud media que se marcan entre 1000 y 2000 metros, se tiende a presentar condiciones de zona climática 2, siendo la referencia de zona climática 3 aplicable a localizaciones situadas entre 2000 y 3000 metros.

could be assigned to some cities in Colombia. This generated uncertainty regarding the application of building construction criteria according to the guidelines and construction criteria contained in the ASHRAE 90.1 and 189.1 standards.

In fact, climate change research studies conducted by ACAIRE in 2016 for sixteen (16) Colombian cities have confirmed this correlation between climatic zones and thermal floors mentioned here.

Thus, in the belt of the Torrid region on the coastal areas, in cities located between 0 and 1000 meters of altitude, typical climatic conditions of zones 0 and 1 occur, while in cities of medium altitude that are marked between 1000 and 2000 meters, conditions of climatic zone 2 tend to be present, with the reference of climatic zone 3, applicable to locations located between 2000 and 3000 meters.

2.

CONDICIONES ACAIRES ZONAS CLIMÁTICAS COLOMBIA	ALTITUD PIES	ALTITUD METROS	CDD10°C	HDD18°C	ASHRAE STD 169-2013 Z. CLIMÁTICA
Providencia	3	1	6.638	-	0
San Andrés	3	1	6.495	-	0
Montería	66	20	6.902	1	0
Barranquilla	102	31	6.503	-	0
Quibdó	174	53	6.235	1	0
Valledupar	453	138	7.180	2	0
Villavicencio	1.388	423	6.351	2	0
Neiva	1.440	439	6.685	3	0
Leticia	276	84	5.793	4	1A
Cali	3.153	961	4.949	44	2A
Bucaramanga	3.900	1.189	4.398	20	2A
Pereira	4.403	1.342	4.330	60	2A
Medellín	4.888	1.490	4.880	58	2A
Pasto	5.958	1.816	3.664	210	2A

Rionegro - Aerop. JMC	7.028	2.143	2.445	796	3C
Bogotá	8.360	2.549	1.383	1.953	3C

■ EFECTO TEMPERATURA-HUMEDAD

Del estudio se concluye, además, que las ciudades ubicadas en las regiones tropicales zona 0, 1, 2 y 3 presentan comportamientos climáticos con menor rango de variación de temperatura anual (máxima vs mínima) cuando se compara con zonas 4 y mayores.

En estas regiones tropicales es intensivo el uso de sistemas de climatización de enfriamiento, mientras que en regiones estacionales se intensifica en el uso y costo de energía aplicada a soluciones de calefacción.

En línea con lo anterior, la humedad relativa en estas zonas tropicales presenta variaciones asociadas a períodos de lluvia o secos.

Las ciudades rivereñas o marítimas en trópico muestran tendencia a mantener alta humedad relativa a través del periodo anual, asociada con fenómenos de evaporación de agua en ríos y lagos, así como de régimen de lluvias.

Estas condiciones climáticas características de zona tropical sugieren una invitación al sector de la construcción a ajustar especificaciones constructivas de fachadas de edificios en ciudades ubicadas en zona 0 y 1, con el objeto de proveer mayor aislamiento térmico en fachadas, así como barrera de vapor y mayor nivel de sellamiento en paredes y techos, dadas las altas condiciones exteriores de temperatura y de humedad.

El comportamiento en estas regiones tropicales de alta temperatura exterior ocurre de manera simultánea con registros de baja-media humedad, lo que es característico de períodos secos y cálidos, mientras que en períodos de lluvia se presentan menores temperaturas asociadas con alta humedad relativa.

■ TEMPERATURE-HUMIDITY EFFECT

The study also concludes that the cities located in tropical zones 0, 1, 2 and 3 have climatic behaviors with a lower range of annual temperature variation (maximum vs minimum) when compared with zones 4 and higher.

In these tropical regions, the use of air conditioning systems is intensive, while in seasonal regions the use and cost of energy applied to heating solutions is intensified.

In line with the above, the relative humidity in these tropical zones presents variations associated with periods of rain or drought.

The riverside or maritime cities in the tropics show a tendency to maintain high relative humidity throughout the annual period, associated with phenomena of evaporation of water in rivers and lakes, as well as rainfall patterns.

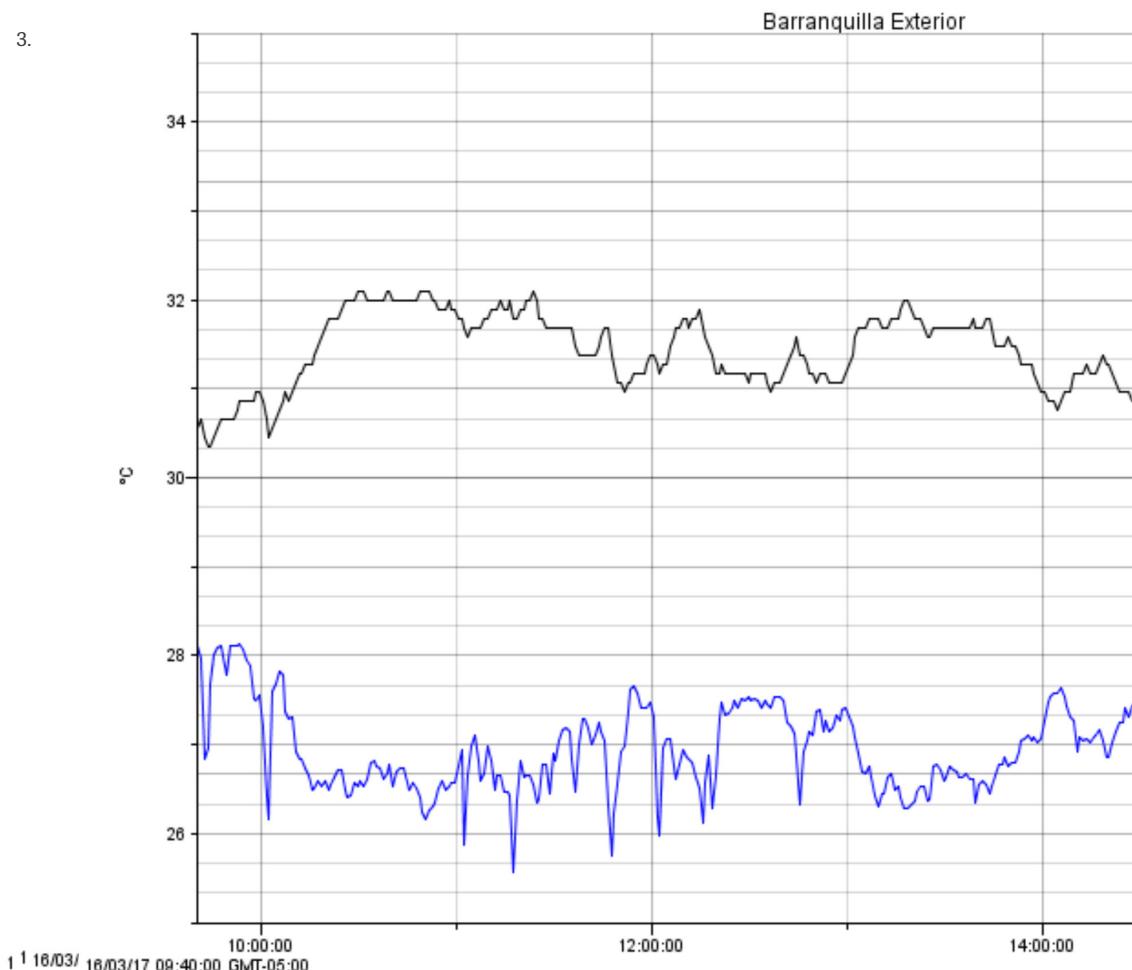
These climatic conditions characteristic of the tropical zone suggest an invitation to the construction sector to adjust constructive specifications of facades of buildings in cities located in zones 0 and 1 in order to provide greater thermal insulation in facades, as well as vapor barrier and greater level of sealing in walls and ceilings, given the high external conditions of temperature and humidity.

The behavior in these tropical regions of high external temperature occurs simultaneously with records of low-medium humidity, which is characteristic of dry and warm periods, while in periods of rain there are lower temperatures associated with high relative humidity.

Figura 2. Zonas climáticas Colombia

Figure 2. Climatic Zones in Colombia

3.



■ CONDICIONES CLIMÁTICAS DE DISEÑO

Las condiciones climáticas de diseño de sistemas de climatización, ventilación y refrigeración (CVR) pueden asociarse con condiciones de:

- Temperatura bulbo seco
- Temperatura bulbo húmedo
- Contenido de Humedad
- Entalpía

En cualquiera de estos casos, será necesario considerar la condición asociada simultánea y concurrente de: temperatura (Bulbo Seco), temperatura de bulbo húmedo o contenido de humedad (W) que define el punto sicrométrico de diseño.

■ CLIMATIC DESIGN CONDITIONS

The climatic conditions of design of air conditioning, ventilation and refrigeration systems (CVR) can be associated with conditions of:

- Dry bulb temperature
- Wet bulb temperature
- Moisture content
- Enthalpy

In any of these cases, it will be necessary to consider the simultaneous and concurrent associated condition of: temperature (Dry Bulb), wet bulb temperature or moisture content (W) that defines the psychometric point of design.

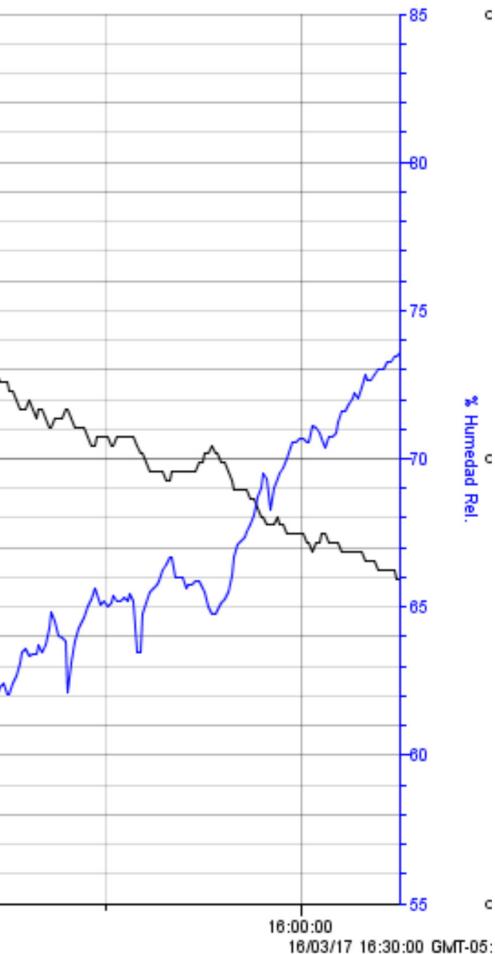


Figura 3. Relación temperatura-humedad
Figure 3. Temperature-Humidity Relationship

Estas condiciones se definen de acuerdo con las características y exigencias de aplicación de un proyecto como son:

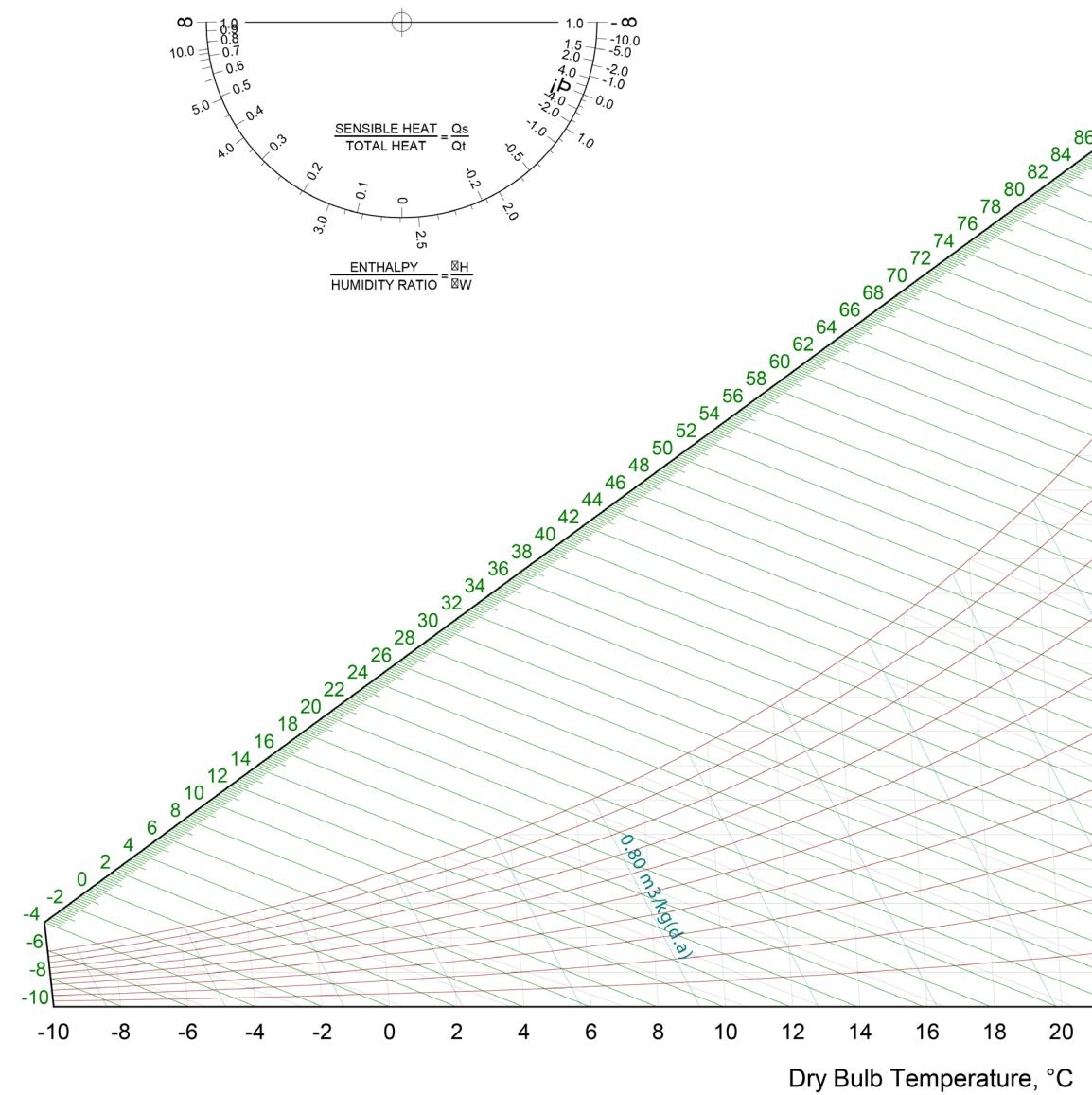
- Enfriamiento
- Calefacción
- Humectación
- Deshumectación
- Entalpía

Por ejemplo, en el caso de la ciudad de Barranquilla se muestran diferentes condiciones de temperatura-humedad según diversas aplicaciones técnicas.

These conditions are defined according to the characteristics and demands of application of a project such as:

- Cooling
- Heating
- Moistening
- Dehumidification
- Enthalpy

For example, in the case of the city of Barranquilla different temperature-humidity conditions are shown according to various technical applications.



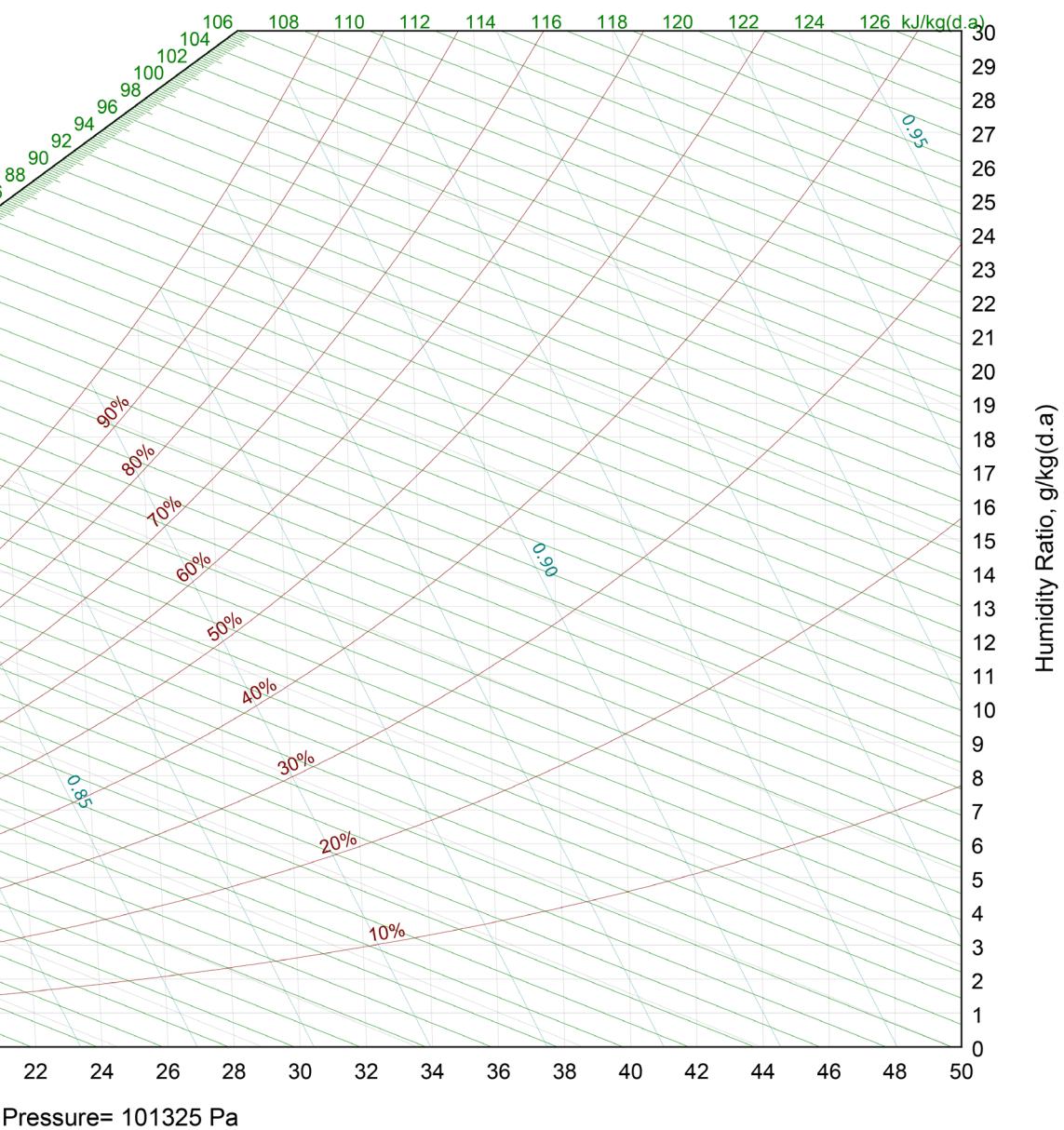


Figura 4. Condiciones climáticas de diseño

Barranquilla.

Figure 4. Weather conditions of design in
Barranquilla.

■ IMPACTO EN LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

En Colombia ocurre que los sistemas constructivos convencionales utilizan preferentemente ladrillo a la vista con o sin recubrimiento de estuco, mientras que en otras edificaciones suelen presentarse fachadas acristaladas con elementos translúcidos de bajo nivel de transmitancia térmica (U) y otras características que reducen la ganancia de calor a través de la piel de los edificios.

En edificios de alto desempeño energético es usual el empleo de soluciones arquitectónicas con materiales constructivos y diseño diferenciados en paredes expuestas al sol Este/Oeste respecto de los empleados en fachadas con orientación Norte/Sur, lo que busca racionalizar la demanda de energía por ganancias de calor en fachadas.

Existe además la opción de considerar aislamientos en paredes con alta radiación solar o alta temperatura exterior lo que en efecto pueden aportar ahorros económicos representativos en el tiempo.

Al no considerarse aislamientos térmicos mínimos sobre paredes sólidas en paredes expuestas a alta radiación solar o alta temperatura exterior, se traslada el costo energético a los equipos de aire acondicionado durante cada día de vida del proyecto al bolsillo el usuario con un alto impacto ambiental y energético.

Es probable que en ciudades como Bogotá (Zona climática 3C) la justificación energético/económica de aplicar aislamientos no resulte razonable, mientras que en ciudades como Cartagena (Zona 0) o Cali (Zona 2) podrían ser económicamente justificables.

En nuestra experiencia, la evaluación del comportamiento energético en edificaciones debe tener mayor atención y estudio cuando se desarrollan proyectos en ciudades cálidas de baja y alta humedad, siendo estas últimas las más exigentes en ingeniería de climatización, selección de materiales de construcción y selección de equipos.

■ NIVEL DE SELLAMIENTO DE EDIFICACIONES

Otro aspecto por mejorar en la práctica de la construcción está asociado con niveles de sellamiento y hermeticidad de fachadas, lo que tiene importancia especial en ambientes cálidos y/o de alta

■ IMPACT ON THE QUALITY OF CONSTRUCTION

In Colombia, conventional building systems preferably use exposed brick with or without a stucco coating, while in other buildings glazed facades with translucent elements of low level of thermal transmittance usually appear (U) and other features that reduce heat gain through the skin of buildings.

In buildings with high energy performance it is usual to use architectural solutions with different construction materials and design in walls exposed to the East / West sun with respect to those employed in North / South facing facades, which seeks to rationalize the energy demand from heat gain in facades.

There is also the option of considering insulation in walls with high solar radiation or high outside temperature, which in effect can provide representative economic savings over time.

As minimum thermal insulation is not considered on solid walls exposed to high solar radiation or high outside temperature, the energy cost is transferred to the user for each day of the life of the project for the air conditioning equipment with a high environmental and energy impact.

It is likely that in cities such as Bogotá (Climatic Zone 3C) the energy / economic justification for applying insulation is not reasonable, while in cities such as Cartagena (Zone 0) or Cali (Zone 2) it could be economically justifiable.

In our experience, the evaluation of energy performance in buildings should have greater attention and study when developing projects in warm cities of low and high humidity, the latter being the most demanding in HVAC engineering and selection of construction materials and equipment.

■ LEVEL OF AIR SEALING OF A BUILDING

Another aspect to be improved in the construction practice is associated with levels of tight-lipping and sealing of facades, which is of special importance in warm and / or high humidity

humedad, ya que la infiltración continua de aire exterior no tratado, ocasiona además de alto consumo de energía, ambientes no confortables y en muchos casos, se afecta negativamente la salud de sus ocupantes así como también la conservación de los bienes muebles y equipos.

■ IMPACTO ENERGÉTICO

Sistemas de climatización que no resuelvan la compleja ecuación de calor en edificios, tienden a satisfacer solo la carga sensible asociada con la temperatura de bulbo seco, así que al no resolver satisfactoriamente las cargas de humedad, se afecta negativamente la calidad de vida de los ocupantes con afectación en la vida útil de inmuebles, muebles y equipos en el tiempo.

Es justo, la combinación sicrométrica temperatura-humedad aplicada sobre una solución arquitectónica la que permite integrar los esfuerzos de la red de profesionales de la construcción, para ofrecer ambientes y edificaciones altamente confiables, seguras para sus ocupantes y energéticamente eficientes, con beneficios sobre el medio ambiente.

■ ESTÁNDAR ASHRAE 90.1

El estándar ASHRAE STD-90.1 que es un referente a nivel mundial de desempeño energético en edificaciones ha sido un valioso apoyo para la industria de la construcción al establecer sistemas constructivos de mínimo cumplimiento de desempeño energético tanto de fachadas como de desempeño energético de equipos y sistemas de climatización.

La aplicación de este estándar desarrollado en Estados Unidos propone criterios de desempeño energético asociados con los costos de inversión inicial que se conjugan con los ahorros energéticos obtenidos en el tiempo.

Un criterio base de este estándar, parte de evaluaciones costo-beneficio que se basan en condiciones y costos de energía considerados primordialmente para temporadas de invierno, bajo el entendido que es justamente en estos períodos en los que el consumo de energía resulta en mayor demanda y costo. Esta premisa es satisfactoria para regiones Septentrionales y Australes, y no es aplicable para regiones tropicales.

environments, since the continuous infiltration of untreated exterior air, also causes high energy consumption, uncomfortable environments and in many cases, negatively affects the health of its occupants as well as the conservation of personal property and equipment.

■ ENERGY IMPACT- HVAC

Systems that do not solve the complex heat equation in buildings, tend to satisfy only the sensible load associated with the dry bulb temperature. Therefore, by not satisfactorily resolving the moisture loads, the quality of life of the occupants is negatively affected as well as the useful life of buildings, furniture and equipment over time.

It is precisely the psychometric combination of temperature and humidity applied to an architectural solution that allows for the integration of efforts of the construction professionals network, to offer highly reliable environments and buildings that are safe for its occupants, energy efficient, and beneficial for the environment.

■ ASHRAE STANDARD 90.1

The ASHRAE STD-90.1 standard, which is a worldwide benchmark for energy performance in buildings, has been a valuable support for the construction industry when establishing constructive systems for minimum compliance with energy performance, both in facades and energy performance of equipment and air conditioning systems.

The application of this standard developed in the United States proposes energy performance criteria associated with the initial investment costs that are combined with the energy savings obtained over time.

A base criterion of this standard, emerges from cost-benefit evaluations that are based on conditions and energy costs considered primarily for winter seasons, under the understanding that it is precisely in these periods in which energy consumption results in greater demand and cost. This premise is satisfactory for Northern and Southern regions, and is not applicable for tropical regions.

■ APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR ASHRAE STD-

90.1 EN ZONAS TROPICALES

El análisis de las variables clima-energía-costos llevado a zonas tropicales presenta consideraciones y evaluaciones diferentes cuando se compara con otras regiones del mundo.

El estándar (versión 2016) en efecto, presenta en el capítulo 5.5 – Opción prescriptiva de fachadas de edificaciones- requerimientos mínimos de transmisioncia / aislamiento para cada una de las zonas climáticas, con el objeto de referenciar su cumplimiento por esta vía.

El cuadro anexo contiene algunos parámetros de transmisioncia térmica (U) de diseño, según este estándar, para Zonas 0, 1, 2 y 3 para diferentes componentes de fachadas ya sean elementos sólidos o translúcidos.

5.

STD-90.1 - 2016 FACHADA PRESCRIPTIVA NO RESIDENCIAL TABLAS 5.5-1 A		ZONA 0		ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3	
		CONJUNTO FACTOR U	AIISLAMIENTO FACTOR R						
Techos	Aislam. sobre cubierta	0,039	25 cont	0,048	20 cont	0,039	25 cont	0,039	25 cont
Paredes	Masa	0,580	NR	0,580	NR	0,151	5.7 cont	0,123	7.6 cont
Pisos	Masa	0,322	NR	0,322	NR	0,107	6.3 cont	0,074	10 cont
Ventanas verticales	Marco Metálico - fijo	0,500		0,570		0,540		0,450	
Domos acris- talados	0.0 a 3% área	0,750	0.35 SHGC	0,750	0.35 SHGC	0,650	0.35 SHGC	0,550	0.35 SHGC

■ APPLICATION OF THE STANDARD ASHRAE

STD-90.1 IN TROPICAL ZONES

The analysis of climate-energy-cost variables carried to tropical zones presents different considerations and evaluations when compared to other regions of the world.

The standard (version 2016) in effect, presents in chapter 5.5 - Prescriptive option of facades of buildings- minimum requirements of transmittance / insulation for each of the climatic zones, with the purpose of referencing their fulfillment in this way.

The following table contains some parameters of thermal transmittance (U) of design, according to this standard, for Zones 0, 1, 2 and 3 for different components of facades, whether they are solid or translucent elements.

En efecto, se aprecia en la figura 9, que el estándar 90.1 busca mejorar los aislamientos (mayor factor R) a medida que se incrementa la zona geográfica, resultando en que ciudades tropicales como Bogotá (Zona 3C) deben tener mayor aislamiento en paredes que por ejemplo la ciudad de Barranquilla, lo que resulta en un contrasentido al aplicarse el estándar en estas zonas tropicales.

Lo anterior, sugiere la conveniencia de replantear los requerimientos constructivos que presenta este estándar en su capítulo 5.5, cuando se formulen proyectos para zonas tropicales.

■ ESTANDAR 90.1- SUBZONAS DE HUMEDAD

Resulta oportuno revisar igualmente la definición vigente por parte de ASHRAE de sub-zonas asociadas con el comportamiento de la humedad.

ASHRAE define tres (3) sub-zonas: Marina (C), Seca (B) y Húmeda (A) a partir de la formulación siguiente:

Estos criterios reflejan una asociación de la humedad con niveles de precipitación y temperaturas mensuales promedios. Al aplicar estos criterios a las ciudades colombianas estudiadas, bajo estos criterios, se obtienen los resultados de asignación de zona-subzona climática indicados en la figura 5.

Las definiciones de ASHRAE para sub-zonas (Marino=C, Seco=B, Húmedo=A), al aplicarlas a Colombia no aportan información relevante práctica que permitan realizar evaluación de opciones constructivas de edificaciones asociadas con tales condiciones de humedad.

Sistemas constructivos de fachadas pensados en mejorar el desempeño energético constituyen, en resumen, la razón de ser de proyectos eficientes y sostenibles con el ambiente y estos se logran en la medida en que se consideren las variables climáticas de temperatura-humedad de manera conjunta.

Certainly, it can be seen in Figure 9, that the standard 90.1 seeks to improve the insulation (higher R factor) as the geographical area increases, resulting in tropical cities such as Bogotá (Zone 3C) having greater insulation in walls than for example, the city of Barranquilla, which results in a contradiction when applying the standard in these tropical zones.

The foregoing suggests the convenience of re-thinking the constructive requirements presented by this standard in chapter 5.5, when designing projects for tropical zones.

■ STANDARD 90.1- HUMIDITY SUB-ZONES

It is appropriate to also review the current definition by ASHRAE of sub-zones associated with the behavior of humidity.

ASHRAE defines three (3) sub-zones: Marine (C), Dry (B) and Wet (A) from the following formulation:

These criteria reflect an association of humidity with precipitation levels and average monthly temperatures. When applying these criteria to the Colombian cities studied under these criteria, the results of the climate zone-subzone assignment indicated in figure 5 are obtained.

The ASHRAE definitions for sub-zones (Marine = C, Dry = B, Humid = A), when applied to Colombia do not provide practical relevant information that allows for the evaluation of building constructive options associated with such humidity conditions.

Construction systems of facades designed to improve energy performance are, in short, the raison d'être of efficient and sustainable projects with the environment and these are achieved as long as climatic temperature-humidity variables are considered together.

Figura 5. Requerimientos prescriptivos Zonas 0, 1, 2 y 3

Figure 5. Prescriptive requirements
Zones 0, 1, 2 and 3

■ PROPUESTA DE REDEFINICIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN EDIFICACIONES PARA ZONAS TROPICALES

Las variables que inciden en zonas tropicales sobre las condiciones de humedad están asociadas con el régimen de lluvias, entorno geográfico, presencia de zonas ribereñas o costeras y vientos predominantes principalmente.

Con el objeto facilitar la articulación entre las condiciones climáticas temperatura-humedad y las decisiones constructivas que deberán enfocarse hacia soluciones y costos eficientes, se propone reformular la definición de sub-zonas.

En el caso particular de Colombia, Región Andina y norte de Brasil, ubicados en la zona Tórrida americana, en efecto se presentan condiciones que cubren la gama completa desde extrema alta hasta extrema baja humedad.

De lo anterior, se puede colegir que las características constructivas de edificaciones deben satisfacer exigencias mínimas de desempeño térmico atendiendo conjuntamente las condiciones exteriores de temperatura-humedad para cada zona-subzona de la mano de la matriz inversión-beneficio-retorno de inversión en el tiempo.

Lo anterior sugiere la necesidad de realizar estudios económicos con criterios de costo-beneficio para los países tropicales, a partir de costos asociados con mejoras en materiales (factor U) y en aislamientos (factor R) contrastados con los beneficios y ahorros resultantes en energía demandados en el tiempo.

Se anticipa que las ciudades localizadas en zonas climáticas 0, 1, las fachadas deberán presentar mejores factores de aislamiento térmico (Factor R) y en zonas húmedas mejores materiales de barrera de vapor.

Se propone redefinir, para zonas tropicales, las sub-zonas de humedad formuladas por ASHRAE tomando como referencia cinco (5) rangos de humedad ($W =$ contenido de humedad) a partir de criterios asociados con procesos de evaporación 1% establecidos en el libro "Condiciones Climáticas de diseño para sistemas de Climatización, Ventilación y Refrigeración (RVC)" publicado por ACAIRE.

■ PROPOSAL FOR REDEFINITION OF CONSTRUCTION SYSTEMS IN BUILDINGS FOR TROPICAL ZONES

The variables that affect, in tropical zones, the humidity conditions are mainly associated with the rainfall patterns, geographical environment, presence of riparian or coastal zones and predominant winds.

In order to facilitate the articulation between climatic conditions temperature-humidity and constructive decisions that should focus on solutions and efficient costs, it is proposed to reformulate the definition of sub-zones.

In the particular case of Colombia, the Andean Region and northern Brazil, located in the Torrid American zone, conditions that cover the entire range from extreme high to extreme low humidity are present.

From the above, it can be inferred that the constructive characteristics of buildings must satisfy minimum thermal performance requirements, taking into account the external temperature-humidity conditions for each zone-sub-zone together with the matrix of investment-benefit-investment return over time.

This suggests the need to conduct economic studies with cost-benefit criteria for tropical countries, from costs associated with improvements in materials (factor U) and insulation (factor R) contrasted with the benefits and savings resulting in energy demanded in the time.

It is anticipated that cities located in climatic zones 0, 1, facades should present better thermal insulation factors (Factor R) and in wet areas better vapor barrier materials.

It is proposed to redefine, for tropical zones, the sub-zones of humidity formulated by ASHRAE taking as reference five (5) ranges of humidity ($W =$ moisture content) from criteria associated with evaporation processes 1% established in the book "Climatic conditions of design for systems of Air conditioning, Ventilation and Refrigeration (RVC)" published by ACAIRE.

Esta formulación al aplicarse a las dieciséis (16) ciudades estudiadas en Colombia, permite establecer condiciones combinadas de temperatura-humedad y seleccionar de manera consistente tipos y sistemas de construcción energéticamente eficientes para cada zona-subzona climática.

When applied to the sixteen (16) cities studied in Colombia, this formulation allows to establish combined conditions of temperature-humidity and to select in a consistent way types and energy-efficient construction systems for each climatic zone-subzone.

6.

CONDICIONES ACAIRES ZONAS CLIMÁTICAS COLOMBIA	ALTITUD PIES	ALTITUD METROS	ASHRAE STD 169- 2013 CDD10°C	HDD18°C	ZONA	PROPIUESTA F.CLAVIJO SUB-ZONA
Providencia	3	1	6.638	-	o	o-E
San Andrés	3	1	6.495	-	o	o-E
Montería	66	20	6.902	1	o	o-D
Barranquilla	102	31	6.503	-	o	o-E
Quibdó	174	53	6.235	1	o	o-E
Valledupar	453	138	7.180	2	o	o-D
Villavicencio	1.388	423	6.351	2	o	o-C
Neiva	1.440	439	6.685	3	o	o-C
Leticia	276	84	5.793	4	1A	1-E
Cali	3.153	961	4.949	44	2A	2-C
Bucaramanga	3.900	1.189	4.398	20	2A	2-D
Pereira	4.403	1.342	4.330	60	2A	2-C
Medellín	4.888	1.490	4.880	58	2A	2-C
Pasto	5.958	1.816	3.664	210	2A	2-C
Rionegro - Aerop. JMC	7.028	2.143	2.445	796	3C	3-C
Bogotá	8.360	2.549	1.383	1.953	3C	3-C

Figura 6. Propuesta de redefinición de Sub-Zonas climáticas tropicales.

Figure 6. Proposal to redefine tropical Sub-Zones.

■ CONCLUSIONES

1.1 Profundización- Se invita a los grupos de investigación de la región para desarrollar soluciones ambientalmente sostenibles y eficientes aplicadas a zonas tropicales con el objeto de establecer requerimientos constructivos aceptables en términos de costos de operación, que aporten óptimos niveles de gestión energética.

1.2 Integración de esfuerzos- Esta propuesta se puede articular con esfuerzos a nivel regional y de otros países del cinturón de la zona Tórrida, lo que se anticipa será de beneficio para la industria de la construcción, aportando riqueza y bienestar para inversionistas, usuarios y operadores de inmuebles en esta zona del mundo.

1.3 Estudios de materiales- Se propone mantener una base de datos que incluyan estudios costo-beneficio para evaluar materiales de construcción de edificaciones según sus aportes en:

- Transmitancia térmica (U)
- Aislamiento térmico (R)
- Barrera de vapor

1.4 Estudios climáticos- Se propone a los países que conviven en la zona Tórrida realicen estudios compartidos de condiciones climáticas de diseño, mediante actividades asociativas que promuevan el intercambio de experiencias y trabajos de investigación dentro de un proceso de enriquecimiento profesional, social y económico.

1.5 Benchmarking de edificios en región tropical- Al considerar los efectos combinados de temperatura-humedad exterior sobre los edificios, se debe estructurar una base de datos con referencia de proyecto, uso del inmueble, zonas climáticas, características generales de diseño, materiales y sistemas constructivos y ratas de desempeño energético.

■ BIBLIOGRAFÍA

ASHRAE Standard 90.1. (2016). Energy Standard for Buildings, Except Low Residential Buildings. ASHRAE/ANSI STD 90.1

■ CONCLUSIONS

1 Deepen the research- Research groups from the region are invited to develop environmentally sustainable and efficient solutions applied to tropical areas in order to establish acceptable constructive requirements in terms of operating costs, which provide optimal levels of energy management.

2 Integration of efforts- This proposal can be articulated with efforts at the regional level and other countries of the Torrid belt, which is expected to benefit the construction industry, providing wealth and well-being for investors, users and operators of real estate in this area of the world.

3 Materials studies- It is proposed that a database be maintained that includes cost-benefit studies to evaluate building construction materials according to their contributions in:

- Thermal transmittance (U)
- Thermal insulation (R)
- Vapor barrier

4 Climate studies- Countries located in the Torrid Zone are proposed to carry out shared studies of climatic conditions of design, through associative activities that promote the exchange of experiences and research work within a process of professional, social and economic enrichment.

5 Benchmarking of buildings in the tropical region- When considering the combined effects of temperature-humidity outside on buildings, a database should be structured with reference of project, use of the property, climatic zones, general characteristics of design, materials and construction systems and rates of energy performance.



■ REFERENCIAS

ASHRAE Standard 90.1. (2016). Energy Standard for Buildings, Except Low Residential Buildings. ASHRAE/ANSI STD 90.1

ASHRAE Standard 189.1. (2014). Standard for the Design of High Performance Green Buildings. ASHRAE/ANSI STD 189.1	ASHRAE Standard 189.1. (2014). Standard for the Design of High Performance Green Buildings. ASHRAE/ANSI STD 189.1	Fabio Clavijo Ingeniero Industrial con cuarenta años de experiencia profesional en Ingeniería de Climatización, Tratamiento de Aire, así como en Sistemas de Control Inteligente y Gestión Energética. Ha tenido la oportunidad de gerenciar y dirigir proyectos especializados en Colombia, Chile, Ecuador, Panamá en Diseño Asesoría Contratación de Obras, Arranque Interventoría Gestión Energética y Ambiental Certificación Mantenimiento Auditorías Energéticas, incluyendo aplicaciones especializadas en hospitales, data centers, centros comerciales, restaurantes y aeropuertos. Actual presidente de Tecnaire, empresa colombiana especializada en Ingeniería de Climatización y Tratamiento de Aire. presidencia@tecnaire.com
ASHRAE Standard 169. (2013). Climate Design Data. Climatic data for building design standards ASHRAE/ANSI STD.169	ASHRAE Standard 169. (2013). Climate Design Data. Climatic data for building design standards ASHRAE/ANSI STD.169	
ASHRAE. (2013). Handbook Fundamentals.	ASHRAE. (2013). Handbook Fundamentals.	
ASHRAE. (2010). ASHRAE GreenGuide: The Design, Construction and Operation of SustainableBuildings. ASHRAE, Atlanta, GA. www.ashrae.org	ASHRAE. (2010). ASHRAE GreenGuide: The Design, Construction and Operation of SustainableBuildings. ASHRAE, Atlanta, GA. www.ashrae.org	
Durbin, J. (1973). Distribution Theory for tests based on the sample distribution function. SIAM	Durbin, J. (1973). Distribution Theory for tests based on the sample distribution function. SIAM	
Moore, D. S., D'Agostino, R. B., y Stephens, M. A. (1986). Tests of the chi-squared type. Goodness.	Moore, D. S., D'Agostino, R. B., y Stephens, M. A. (1986). Tests of the chi-squared type. Goodness.	
Harriman, Lewis III, Lstiburek, y Joseph W. (2009). The ASHRAE Guide for Buildings in Hot and Humid Climates. Atlanta: ASHRAE, www.ashrae.org	Harriman, Lewis III, Lstiburek, y Joseph W. (2009). The ASHRAE Guide for Buildings in Hot and Humid Climates. Atlanta: ASHRAE, www.ashrae.org	
Harriman, Lewis III, Brundrett, J., Kittler, R. (2001). Humidity Control Design Guide. Atlanta: ASHRAE, www.ashrae.org	Harriman, Lewis III, Brundrett, J., Kittler, R. (2001). Humidity Control Design Guide. Atlanta: ASHRAE, www.ashrae.org	
Clavijo, F. (2016). Condiciones climáticas de diseño para sistemas de Climatización, Ventilación y Refrigeración (CVR). ACAIRE.	Clavijo, F. (2016). Condiciones climáticas de diseño para sistemas de Climatización, Ventilación y Refrigeración (CVR). ACAIRE.	
Clavijo, F. (2012). Guía de eficiencia energética y ambiental para enfriadores de agua – Chillers. UPME, PNUD, ACAIRE.	Clavijo, F. (2012). Guía de eficiencia energética y ambiental para enfriadores de agua – Chillers. UPME, PNUD, ACAIRE.	

Martha Cecilia Moreno Mesa
Gerente de Camacol Bogotá y
Cundinamarca

» EL DILEMA DEL ESPACIO PÚBLICO

¿CANTIDAD O CALIDAD?

THE DILEMMA OF «
PUBLIC SPACE
QUANTITY OR QUALITY?

Distintas ciudades colombianas han basado sus indicadores de cumplimiento en la cantidad de metros cuadrados de espacio público disponibles por habitante, sin embargo, muy pocas generan mediciones sobre la calidad espacial y el confort en estos espacios. Tal vez sea hora de preguntarse qué debe prevalecer: ¿calidad o cantidad?

Different Colombian cities have based their indicators on the number of square meters of public space available per inhabitant; however, very few generate measurements on spatial quality and comfort of these spaces. Perhaps it's time to ask what should prevail: quality or quantity?

Según lo indica el Conpes 3718 que contiene la Política Nacional de Espacio Público, este se define como el “conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden, por tanto, los límites de los intereses individuales de los habitantes”.

En el mismo documento se hace una diferenciación con lo que se denomina Espacio Público Efectivo (EPE), señalando que: “corresponde al espacio público de carácter permanente, conformado por zonas verdes, parques, plazas y plazoletas. Para efectos de su medición, se estableció un indicador de espacio público por habitante y un índice mínimo de EPE de 15 metros cuadrado”. Este estándar cuantitativo se justifica en el Conpes argumentando que la Organización Mundial de la Salud (OMS) “fijó un indicador óptimo entre 10 y 15 metros cuadrados de zonas verdes por habitante”.

As indicated by the Conpes 3718 containing the National Public Space Policy, this is defined as the “set of public buildings, architectural and natural elements of private buildings, intended by their nature, use or effect for the satisfaction of collective urban needs that transcend, therefore, the limits of the individual interests of the inhabitants”.

In the same document, a differentiation is made of what is called the Effective Public Space (EPS), noting that: “it corresponds to the public space of a permanent nature, consisting of green areas, parks, squares and small plazas. For the purposes of its measurement, an indicator of public space per inhabitant and a minimum index of EPE of 15 square meters was established.” This quantitative standard is justified in the Conpes arguing that the World Health Organization (WHO) “set an optimal indicator between 10 and 15 square meters of green areas per inhabitant.”

Sobre este aspecto, lo primero que debe resaltarse es que esta aseveración carece de referencia al documento fuente, y que no fue posible encontrar ninguna mención por parte de la OMS sobre este estándar. Pero lo que sí sugiere este organismo en diversas publicaciones es que para la promoción y procura de la salud pública en las ciudades, se debe considerar “el fomento de una planificación urbana que favorezca los comportamientos saludables y la seguridad” (OMS, 2010). Lo que más llama la atención es que, a parte de algunas menciones someras, no se específica de ninguna manera en este instrumento normativo algún criterio de calidad, y mucho menos un indicador que lo regule. Las dimensiones asociadas al confort, la accesibilidad y la funcionalidad del espacio público han sido obviadas del Conpes.

Lo anterior dejando de lado que a la relación entre el espacio público y la salud le atañen los aspectos físico y mental, que están intrínsecamente relacionados con la biología humana, el medio ambiente y el estilo de vida (Núñez-Rojas, et al, 2010). Es por eso por lo que la interacción de los componentes ambientales y del entorno construido, pueden favorecer o poner en riesgo la salud. Por lo tanto, el espacio público de calidad será aquel que logre conciliar cada uno de los factores y generar acciones encaminadas a la promoción del bienestar social.

■ UN TEMA DE SALUD

Es aquí donde aparece la oportunidad para entender desde la misma concepción del término, lo que puede considerarse como confort en un espacio que representa la vida misma de la ciudad y en el que confluyen los más diversos actores que lo interpretan y apropián. El significado más simple de la palabra lo relaciona con el “bienestar o comodidad material”, esto, referido a las percepciones humanas frente a los espacios que ocupan, lo que en un primer momento podría vincularse únicamente a los elementos construidos.

Aun así, otra es la realidad que se refleja en la percepción ciudadana frente a los espacios, en la que cobra tanta importancia la proyección del lugar y la seguridad que brinda, como los aspectos materiales del mismo. Es así como en una encuesta del 2016 liderada por Probogotá en el marco del programa Bogotá Cómo Vamos, el 59% de los

Regarding this aspect, the first thing that should be highlighted is that this assertion has no reference to the source document, and that it was not possible to find any mention by WHO on this standard. But what this body suggests in various publications is that for the promotion and procurement of public health in cities, “the promotion of an urban planning that encourages healthy behaviors and safety should be considered.” (OMS, 2010) What is more striking is that, apart from some brief mentions, no quality criterion is specified in any way in this normative instrument, let alone an indicator that regulates it. The dimensions associated with comfort, accessibility and functionality of the public space have been ignored by Conpes.

The above mentioned leaving aside the fact that the relationship between public space and health concern both the physical and mental aspects, which are intrinsically related to human biology, the environment and the lifestyle. (Núñez-Rojas, et al, 2010) This is why the interaction of the environmental components and the built environment can favor or put health at risk. Therefore, quality public space will be one that manages to reconcile each of the factors and to generate actions aimed at the promotion of the social welfare.

■ A TOPIC OF HEALTH

It is here where the opportunity appears to understand from the very conception of the term, what can be considered as comfort in a space that represents the very life of the city and in which the most diverse actors who interpret and appropriate it converge. The simplest meaning of the word relates to the “wellbeing or physical rest”, this, referred to human perceptions of the spaces they occupy, which at first could be linked only to built elements.

Even so, the citizen's perception of the spaces reflects another reality, in which the projection of the place and the security that it provides, as well as the material aspects of it, take on much importance. This is how in a 2016 survey led by Probogotá in the framework of the Bogotá Como Vamos program, 59% of respondents said they were

encuestados manifestó no estar conforme con los parque y zonas verdes del barrio en el habita, atribuyendo su insatisfacción a factores como la presencia de pandillas o el tráfico de drogas en estos lugares. En ningún caso se relacionaron factores asociados a los elementos presentes en los equipamientos.

Pese a lo anterior, estos resultados deben analizarse a la luz de los factores de pertenencia y apropiación que espacios confortables y representativos pueden generar y que consiguen blindarlos de manera efectiva frente a actividades como las que se mencionan en la encuesta. Actividades que pueden resultar en el deterioro de los espacios y de la comunidad en general.

En este sentido, se puede pensar que los mínimos que se necesitan considerar y que tendrían que verse plasmados desde el diseño del espacio público efectivo, deben establecerse a partir de la determinación de su función proyectada y de las necesidades a cubrir. Si bien los procesos de cocreación interdisciplinaria y con inclusión del usuario final han sido realizados en la ideación de grandes piezas de ciudad, no son prácticas usuales en equipamientos comunales y mucho menos en la definición de los instrumentos que regulan su diseño o construcción.

Sin embargo, podría ser útil contar con una información básica que permita conocer la dinámica del sitio en el que se implantará el espacio público, así como a la población beneficiaria en aspectos socioeconómicos elementales y sus expectativas. Lo anterior, sumado a la superposición con la información técnica sobre factores climáticos, sería sin duda una poderosa herramienta para concebir diseños funcionales, determinar materiales adecuados y crear espacios necesarios y prácticos.

Dicho de otra manera, la identidad de los espacios definida como el conjunto de condiciones y parámetros que inciden en el bienestar como la temperatura, humedad, flujo de viento, radiación, iluminancia y acústica, así como de otros igualmente relevantes como la sensación de seguridad relacionada con los espacios, su calidad paisajística y su vinculación con los imaginarios locales, deberían ajustarse en cada caso de acuerdo con el contexto local y con la destinación específica del espacio proyectado.

not happy with the parks and green areas of the neighborhood in which they live, attributing their dissatisfaction to factors such as the presence of gangs or drug trafficking in these places. In no case were any factors associated with the physical elements present in the urban furnishing.

In spite of the above, these results must be analyzed in light of the factors of belonging and appropriation that comfortable and representative spaces can generate and that effectively shield them from activities such as those mentioned in the survey, which may result in the deterioration of spaces and the community in general.

In this sense, it can be thought that the minimums that need to be considered and that should be reflected from the design of the effective public space, should be established from the determination of their projected function and the needs to be covered. Although the processes of interdisciplinary co-creation and inclusion of the end user have been carried out in the ideation of large pieces of city, they are not usual practices in communal facilities, much less in the definition of the instruments that regulate their design or construction.

However, it could be useful to have basic information that allows for the dynamics of the site where the public space will be implemented to be known, as well as the beneficiary population in elementary socioeconomic aspects and their expectations. The above, added to the overlap with the technical information on climatic factors would undoubtedly be a powerful tool to conceive functional designs, determine suitable materials and create necessary and practical spaces.

In other words, the identity of the spaces defined as the set of conditions and parameters that affect welfare such as temperature, humidity, wind flow, radiation, illuminance and acoustics, as well as other equally relevant as the feeling of security related to the spaces, their landscape quality and their connection with the local imaginaries, should be adjusted in each case according to the local context and the specific destination of the projected space.

■ BUENOS EJEMPLOS

Si bien los instrumentos normativos nacionales que regulan el diseño evidencian una carencia en la consideración de estos factores motivada tal vez por la precaria información base disponible, varios son los ejemplos de buenas prácticas y gestión urbana existentes en el mundo y que pueden servir como referentes susceptibles de reinterpretarse para responder a la realidad local.

En 2008, la ciudad de New York lanzaba, en el marco de su Project for Public Spaces (PPS) (proyecto por los espacios públicos), el artículo “9 maneras de transformar Nueva York en una ciudad de grandes lugares”, resaltando como una de las vías para lograrlo, la estrategia de mejorar las calles y andenes con el fin de que estas funcionaran como espacios públicos confortables.

De igual manera, la Universidad Católica de Chile resaltó en un informe presentado en su revista *Planeo* núm. 35, los factores que llevaron a la conectividad y revitalización del espacio público en la ciudad de New York, destacando las transformaciones generadas en la ciudad a partir de las contribuciones del urbanista danés Jan Gehl a la planificación de los espacios públicos pensados desde la dimensión humana.

El proyecto por los espacios públicos es iniciativa del sector no gubernamental, y ha diseñado un conjunto de estrategias propuestas divididas en dos frentes. El primero por medio de la generación de políticas públicas enfocadas en darle más espacio al peatón y no al automóvil. Actividades como parqueo en vía pública y la congestión, no solo impactan negativamente en el confort de andenes y parques sino que su tarificación actual no refleja el verdadero costo que tiene para la sociedad, la perdida de espacio público y la contaminación. En este aspecto, sin la regularización de dichas externalidades la situación actual tiende hacia el incentivo para el uso del automóvil.

Un segundo frente consiste en estrategias de diseño urbano que soportan la apropiación de espacios públicos como lugares de encuentro y nodos de actividad: andenes arborizados con sillas y bebederos, redimensionamiento de calzadas para ampliar andenes, infraestructura para asegurar la accesibilidad a público con movilidad reducida, calles locales que se transforman en mercados

■ GOOD EXAMPLES

Although the national normative instruments that regulate design show a lack of consideration of these factors, perhaps motivated by the precarious base information available, there are several examples of good practices and urban management in the world that can serve as references to be reinterpreted in order to respond to the local reality.

In 2008, the city of New York launched, in the framework of its Project for Public Spaces (PPS), the article “9 ways to transform New York into a city of great places”, highlighting as a of the ways to achieve it, the strategy of improving the streets and sidewalks in order that they function as comfortable public spaces.

Similarly, the Catholic University of Chile highlighted in a report presented in its magazine *Planeo* No 35, the factors that led to the connectivity and revitalization of public space in the city of New York, highlighting the transformations generated in the city from the contributions of the Danish urban planner Jan Gehl to the planning of public spaces thought from the human dimension.

The Public Spaces Project is an initiative of the non-governmental sector, and has designed a set of proposed strategies divided into two fronts. The first through the generation of public policies focused on giving more space to the pedestrian and not to the automobile. Situations such as public parking and congestion, not only negatively impact the comfort of sidewalks and parks, but its current pricing does not reflect the true cost to society, the loss of public space and pollution. In this aspect, without the regularization of these externalities, the current situation tends towards the incentive for the use of the automobile.

A second front consists of urban design strategies that support the appropriation of public spaces as meeting places and nodes of activity: tree-lined sidewalks with benches and drinking fountains, resizing of roadways to extend sidewalks, infrastructure to ensure accessibility to public with reduced mobility, local streets that are transformed

públicos temporales de pequeña escala, frentes comerciales activos e iluminados, murales y arte público, iluminación urbana y señalización diseñada para peatones así como la coloración y diversidad de materiales para pavimentos son las propuestas más destacadas.

Es importante notar que muchas de estas estrategias no requieren de la implementación de grandes mega proyectos o de la construcción de obras públicas exclusivamente. Al contrario, dependen de la participación de residentes locales, del comercio vecinal y en general de una estructura de planificación compartida. dichas estrategias propuestas por PPS están proyectadas en el marco de procesos participativos de diseño, en donde se incluye el cuidado y la protección del espacio público por la comunidad local.

El proyecto PPS, así como otros movimientos *Grassroots* (Movimientos Comunitarios) por el espacio público (véase <https://www.openspaceinstitute.org/how/grassroots-efforts>) han surgido en diferentes ciudades en el mundo como iniciativas de la sociedad civil frente a la necesidad de contar con ciudades que produzcan más y mejores espacios públicos. Son posiciones propositivas hacia la participación ciudadana en la planificación y en discusiones de fondo del espacio urbano.

Dichos movimientos son muestra de que una sociedad cada vez más urbana trascendió las propuestas de arquitectos y diseñadores acerca de lo que debe ser el espacio público. Desde lo clásico, propuesto por el movimiento *City Beautiful* (1890-1900), o inclusive desde lo artístico y pintoresco por Camilo Sitte (1843-1903), hasta las vanguardias contemporáneas de proyectos tan exitosos como el High Line en New York.

■ TRANSFORMACIÓN CON PARTICIPACIÓN

Probablemente exista un gran reto en las ciudades colombianas para que la transformación y la producción de espacios públicos estén más cerca de una tendencia participativa en donde los ciudadanos se apropián y usan los espacios públicos con actividades que agregan valor al confort y al paisaje urbano, que de cualquier estándar estadístico. Es decir, el diseño urbano deberá trascender mediante mecanismos de participación ciudadana para permitir la transformación de espacios públicos actuales.

into temporary small-scale public markets, active and illuminated commercial fronts, murals and public art, urban lighting and signage designed for pedestrians as well as coloration and diversity of materials for pavements are the most outstanding proposals.

It is important to note that many of these strategies do not require the implementation of large mega projects or the construction of public works exclusively. On the contrary, they depend on the participation of local residents, local commerce and, in general, a shared planning structure. These strategies proposed by PPS are projected within the framework of participatory design processes, which include the care and protection of public space by the local community.

The PPS project, as well as other *Grassroots* movements for public space (<https://www.openspaceinstitute.org/how/grassroots-efforts>) have emerged in different cities around the world as initiatives of civil society in the face of the need to have cities that produce more and better public spaces. They are purposeful positions towards citizen participation in planning and in substantive discussions of the urban space.

These movements show that an increasingly urban society transcended the proposals of architects and designers about what the public space should be. From the classic, proposed by the *City Beautiful* movement (1890-1900), or even from the artistic and picturesque by Camilo Sitte (1843-1903), to the contemporary avant-garde projects as successful as the High Line in New York.

■ TRANSFORMATION WITH PARTICIPATION

There is probably a great challenge in Colombian cities for the transformation and production of public spaces to be closer to a participatory trend where citizens appropriate and use public spaces with activities that add value to comfort and the urban landscape, than any statistical standard. That is to say, urban design must transcend through mechanisms of citizen participation to allow the transformation of current public spaces.

En conclusión, los aspectos del confort asociados a un imaginario de ciudad caminable y disfrutable por los ciudadanos se manifestaron en la ciudad de Nueva York con la creación de espacios percibidos como seguros para la adopción de nuevas y más amigables formas de movilidad, con las condiciones de acústica y visibilidad adecuados para la oferta cultural y zonas peatonales con la sombra e iluminación suficiente para permanecer y adecuadas para el acceso de los ciudadano (Rojas-Muñoz, 2012).

Otro ejemplo que ofrece interesantes aprendizajes para ciudades como Bogotá, es el proyecto HafenCity, desarrollado en Hamburgo, Alemania. Esta apuesta, que espera ser concluida en el 2025, busca la renovación del puerto de Hamburgo, exaltado por su historia y sus dinámicas comerciales y sociales.

En este proyecto, los criterios de confort van ligados a la integración de un ambicioso plan urbanístico con elementos naturales principales de la ciudad. Los parámetros asociados a la mitigación del riesgo por inundación y al aprovechamiento de las condiciones de temperatura y flujo de viento resultado de su proximidad al río Elba, han sido capitalizados en el diseño del espacio público, producto de varios concursos centrados en la función y potencialidad de cada componente.

Como en el caso de New York, los espacios peatonales de este proyecto se conciben como corredores de paso, pero también como verdadero espacio público efectivo para la permanencia, el disfrute y el goce de los ciudadanos. Otra característica destacada es la mezcla de usos, que provee condiciones de accesibilidad y sombra favorables a la confortabilidad en los parques, plazas y plazoletas (Blasco, 2016).

Otra de las estrategias que aparece en los dos casos mencionados, y que se presenta como una solución multifuncional para la adecuación paisajística de los espacios públicos, la generación de sombra, la regulación térmica y el secuestro de CO₂, es la selección de especies arbóreas y de plantas adecuadas para cada lugar. Este es uno de los componentes esenciales para el confort y el bienestar del peatón, y que además funge como catalizador de muchos beneficios atribuidos a los espacios comunes de las ciudades, tales como la reducción del estrés, la disminución de factores asociados a la violencia y la prevención de enfermedades no

In conclusion, the aspects of comfort associated with an imaginary of a walkable city and enjoyable by citizens were manifested in the city of New York with the creation of spaces perceived as safe for the adoption of new and more friendly forms of mobility, with the conditions of acoustics and visibility suitable for the cultural offering and pedestrian zones with enough shading and lighting to enjoy and suitable for the access of citizens. (Rojas-Muñoz, 2012)

Another example that offers interesting lessons for cities like Bogotá is the HafenCity project, developed in Hamburg, Germany. This bet, which is expected to be completed in 2025, seeks the renovation of the port of Hamburg, exalted by its history and its commercial and social dynamics.

In this project, the comfort criteria are linked to the integration of an ambitious urban plan with major natural elements of the city. The parameters associated with flood risk mitigation and the use of temperature and wind flow conditions resulting from their proximity to the Elbe River have been capitalized in the design of the public space, the product of several competitions focused on the function and potential of each component.

As in the case of New York, the pedestrian spaces of this project are conceived as corridors, but also as true effective public space for the permanence and enjoyment of citizens. Another outstanding feature is the mixture of uses, which provides conditions of accessibility and shade favorable to the comfort in parks and squares. (Blasco, 2016)

Another strategy that appears in the two cases mentioned is presented as a multifunctional solution for the landscape adaptation of public spaces, the generation of shade, thermal regulation and CO₂ sequestration: It consists in the selection of arboreal species and of suitable plants for each place. This is one of the essential components for the comfort and well-being of pedestrians, and also serves as a catalyst for many benefits attributed to common spaces in cities, such as stress reduction, decrease of factors associated with violence and the prevention

transmisibles y mentales que hoy por hoy se consideran inherentes al estilo de vida urbano.

En la misma vía, y extrapolando los aprendizajes del proyecto HafenCity, debe tenerse presente que los fenómenos considerados comunes como las altas precipitaciones, sequías acompañadas de períodos de excesiva radiación o contingencias ambientales por contaminación del aire (véase RIBA, 2009), propios de la variabilidad climática y acciones antropogénicas hacen que la proyección del nuevo espacio público deba estar en la capacidad de soportar y regular las variaciones extremas de los factores ambientales. Por lo tanto, su proceso de diseño deberá contar con etapas de evaluación de riesgo, diagnóstico ambiental del lugar, estrategias de mitigación, evaluación de impactos y vulnerabilidad de acuerdo con las estrategias seleccionadas para ser implementadas posteriormente en el espacio urbano.

Vale la pena resaltar que en las reseñas de los proyectos usados como buenos ejemplos en este artículo, no es la cantidad de metros cuadrados desarrollados por habitante lo que prima, las referencias desde el punto de vista urbanístico y como aporte fundamental a la calidad de vida de los ciudadanos se basan en la funcionalidad, la apropiación, la integración al contexto y por supuesto, en el confort.

Estos referentes llevan a concluir que es prioritario generar un cambio de paradigma sobre la concepción y entendimiento del espacio público, que es visto tradicionalmente como el residuo del proceso de urbanización, en el que la responsabilidad recae en el ejercicio de la función de la administración pública, y cuyos derechos de uso y disfrute son ejercicios por el ciudadano sin que represente para este el deber de mantenimiento, protección y conservación. Es inminente la necesidad de reconocer el “vacío” del espacio público como el sistema estructurante multidimensional de las ciudades, en el que conviven simultáneamente actividades comerciales, cultura, recreación, ocio, etcétera, que han de convertirse en insumos para la propuesta de diseño en el que generalmente solo se aborda la conectividad, promoviendo la consolidación de hitos, manifestaciones y nodos en el tejido urbano.

En el proceso de elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial de segunda generación, actualmente en curso, existe la histórica

of non-communicable and mental diseases that are considered inherent to today's urban lifestyle.

In the same way, and extrapolating the learning of the HafenCity project, it must be borne in mind that phenomena that is considered common such as high rainfall, drought accompanied by periods of excessive radiation or environmental contingencies due to air pollution, (RIBA, 2009) typical of climatic variability and anthropogenic actions make it necessary that the projection of the new public space should be able to support and regulate the extreme variations of environmental factors. Therefore, its design process must have stages of risk assessment, environmental diagnosis of the place, mitigation strategies, impact evaluation and vulnerability according to the selected strategies to be implemented afterwards in the urban space.

It is worth noting that in the reviews of the projects used as good examples in this article, it is not the amount of square meters developed per inhabitant that prevails; the references from the urban point of view and as a fundamental contribution to the citizen's quality of life are based on functionality, ownership, integration into context and, of course, comfort.

These references lead to the conclusion that it is a priority to generate a paradigm shift on the conception and understanding of public space, which is traditionally seen as the residue of the urbanization process, in which the responsibility falls on the exercise of the function of public administration, and whose rights of use and enjoyment are exercised by the citizen without the duty of maintenance, protection and conservation. The need to recognize the “void” of public space as the multidimensional structuring system of cities is imminent, one in which commercial activities, culture, recreation, leisure, etc., coexist simultaneously. These activities should become inputs for the design proposal in which generally only connectivity is addressed, promoting the consolidation of milestones, manifestations and nodes within the urban network.

In the process of preparing the second generation Territorial Ordinance Plans currently underway, there is a historic opportunity to propose comfortable spaces for cities that also allow for the

oportunidad de plantear espacios confortables para las ciudades, que además permitan proyectar su desarrollo y sienten las bases para generar comunidades resilientes. Si bien es importante establecer unos mínimos en términos cuantitativos para el adecuado funcionamiento de la ciudad, los esfuerzos deben concentrarse en generar desde las dimensiones pública, privada y académica los insumos de información, bases técnicas y normas que permitan consolidar las estrategias y proyectos que lleven a las urbes colombianas a ser percibidas como verdaderas ciudades de calidad.

projection of their development and that lay the foundations for the generation of resilient communities. Although it is important to establish minimums in quantitative terms for the proper functioning of the city, the efforts should focus on generating from the public, private and academic dimensions, the information inputs, technical bases and standards that allow the consolidation of strategies and projects that would lead Colombian cities to be perceived as true quality cities.



■ REFERENCIAS

Blasco, J. (2016). HafenCity, la ambiciosa regeneración del puerto histórico de Hamburgo. *urban networks*. Disponible en: <http://urban-networks.blogspot.com/2016/01/hafencity-la-ambiciosa-regeneracion-del.html>

Nuñez-Rojas, A., Tobón, S., Arias-Henao, D., Hidalgo-Rasmussen, C., Satoyo-Téllez, F., Hidalgo-San Martín, A., y Rasmussen-Cruz, B. (2010). Calidad de vida, salud y factores psicológicos asociados. *Perspectivas en psicología* 13(1).

OMS. (2010). La planificación urbana es esencial para la salud pública. Comunicado de prensa. Ginebra. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/es/

RIBA. (2009). Designing for Flood Risk. *Climate Change Toolkit*. Disponible en: <http://www.gbc.ee/757est.pdf>

Rojas-Muñoz, A. (2012). Conectividad y revitalización del espacio público en la ciudad de Nueva York. *Revista Planeo* 4. Disponible en: <http://revistaplaneo.cl/2012/06/01/conectividad-y-revitalizacion-del-espacio-publico-en-la-ciudad-de-nueva-york/>

■ REFERENCES

Blasco, J. (2016). HafenCity, la ambiciosa regeneración del puerto histórico de Hamburgo. *urban networks*. Disponible en: <http://urban-networks.blogspot.com/2016/01/hafencity-la-ambiciosa-regeneracion-del.html>

Nuñez-Rojas, A., Tobón, S., Arias-Henao, D., Hidalgo-Rasmussen, C., Satoyo-Téllez, F., Hidalgo-San Martín, A., & Rasmussen-Cruz, B. (2010). Calidad de vida, salud y factores psicológicos asociados. *Perspectivas en psicología* 13(1).

OMS. (2010). La planificación urbana es esencial para la salud pública. Comunicado de prensa. Ginebra. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/urban_health_20100407/es/

RIBA. (2009). Designing for Flood Risk. *Climate Change Toolkit*. Disponible en: <http://www.gbc.ee/757est.pdf>

Rojas-Muñoz, A. (2012). Conectividad y revitalización del espacio público en la ciudad de Nueva York. *Revista Planeo* 4. Disponible en: <http://revistaplaneo.cl/2012/06/01/conectividad-y-revitalizacion-del-espacio-publico-en-la-ciudad-de-nueva-york/>

Martha Moreno

Abogada de la Universidad Santo Tomás de Aquino de Bucaramanga, realizó estudios de posgrado en Instituciones Jurídico Laborales de la Universidad Nacional de Colombia y es especialista en Derecho Urbano de la Universidad del Rosario. Cuenta con una amplia experiencia en representación gremial desde la perspectiva social y regional. Ha estado a la cabeza de asociaciones como Aflonordes y en la gerencia regional y de desarrollo social de Asocolflores. Desde hace más de cinco años se desempeña como gerente de Camacol Bogotá y Cundinamarca. Adicionalmente, preside el comité intergremial Bogotá Cundinamarca desde hace cuatro años y hace parte de la Junta Directiva de Maloka. cundinamarca@camacol.org.co

Cristina Gamboa T.

Directora Ejecutiva

Consejo Colombiano de Construcción
Sostenible, CCCS

» SOSTENIBILIDAD INTEGRAL
Y SU APLICACIÓN A ESPACIOS CORPORATIVOS

COMPREHENSIVE SUSTAINABILITY «
AND ITS APPLICATION TO CORPORATE SPACES

La construcción sostenible, como mejor práctica que viabiliza el desarrollo sostenible de esta industria, ha avanzado mucho desde la fundación del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) en febrero de 2008. Gracias al liderazgo de los Miembros del CCCS en diseñar, construir y operar proyectos inmobiliarios de alto desempeño con criterios de sostenibilidad integral, y sobre todo el mercado de aquellos validados por estándares de reconocimiento internacional como LEED. Hoy en día existe un mercado importante y dinámico por edificaciones que aportan a mitigar el cambio climático, hacen un uso racional de los recursos, generan mayor valor a sus dueños y, sobre todo, tienen un efecto positivo en la salud, bienestar y felicidad de las personas.

El tamaño del mercado de proyectos inmobiliarios que utilizan la herramienta LEED, de lejos la más importante en Colombia, cuenta con 6,2 millones de metros cuadrados de proyectos sostenibles. Esta área se compone de 131 proyectos certificados (15 en el nivel Platino, 62 Oro, 30 Plata y 15 Certificado), los cuales suman +2 millones de metros cuadrados, y otros 221 en proceso de certificarse, que representan 4,2 millones de metros cuadrados.

Sustainable construction, as a best practice that makes sustainable development of this industry viable, has advanced a lot since the founding of the Colombian Council for Sustainable Construction (CCCS) in February 2008. Thanks to the leadership of CCCS Members in designing, building and operating high-performance real estate projects with comprehensive sustainability criteria, and above all, the market for those validated by internationally recognized standards such as LEED. Today there is an important and dynamic market for buildings that contribute to mitigate climate change, make a rational use of resources, generate greater value to their owners and, above all, have a positive effect on the health, well-being and happiness of people.

The size of the market for real estate projects using the LEED tool, by far the most important in Colombia, has 6.2 million square meters of sustainable projects. This area is composed of 131 certified projects (15 at Platinum level, 62 Gold, 30 Silver and 15 Certificate), which add up to +2 million square meters, and another 221 in the process of being certified, representing 4.2 million square

Este mercado es el resultado del liderazgo del sector privado representado por el CCCS, el cual cuenta con la participación activa de más de 200 distintos inversionistas y presencia de estos proyectos de alto desempeño en 44 ciudades y 22 departamentos del país.

Por otro lado, las tendencias y novedades, los profesionales colombianos más destacados de este movimiento y los líderes a nivel global estarán en CONSTRUVERDE Colombia 2018 Foro Internacional & Expo en Diseño y Construcción Sostenible, que se llevará a cabo en Bogotá, los días miércoles 3 y jueves 4 de octubre de 2018.

“Diseño por naturaleza” es el tema de la novena versión de este evento organizado por el CCCS y está centrado en divulgar conocimiento esencial y de vanguardia para todos los actores de la cadena de la construcción que han interiorizado diferentes conceptos en el marco de la **Sostenibilidad Integral**, más allá del ahorro de agua y energía.

Mientras espera CONSTRUVERDE 2018, a continuación, le presentamos diez tips prácticos sobre cómo debe ser una oficina sostenible, saludable y que brinde bienestar para sus ocupantes.

■ UN DECÁLOGO PARA UN ESPACIO CORPORATIVO SOSTENIBLE

Aspectos a tener en cuenta:

1. *Calidad del aire y ventilación:* estos espacios tienen bajas concentraciones de CO₂, compuestos orgánicos volátiles y otros contaminantes, así como también adecuadas tasas de ventilación a través de sistemas naturales o mecánicos.
2. *Confort térmico:* estudios recientes del Consejo Mundial de Construcción Sostenible (WorldGBC, por sus siglas en inglés) demuestran que el rendimiento de los colaboradores puede verse reducido hasta en un 6% cuando los espacios son muy calientes o en un 4% sin ser muy fríos.
3. *Iluminación Natural y artificial:* los espacios de oficinas que se diseñan para maximizar el acceso de iluminación natural repercuten directamente en la calidad de vida y sueño nocturno de los colaboradores.

meters. This market is the result of the leadership of the private sector represented by the CCCS, which has the active participation of more than 200 different investors and the presence of these high-performance projects in 44 cities and 22 departments of the country.

On the other hand, the trends and innovations, the most outstanding Colombian professionals of this movement and the global leaders will be at CONSTRUVERDE Colombia 2018 International Forum & Expo in Sustainable Design and Construction, which will be held in Bogotá, on Wednesday 3 and Thursday, October 4, 2018.

“Design by nature” is the theme of the ninth version of this event organized by the CCCS and is focused on disseminating essential and cutting-edge knowledge for all actors in the construction chain who have internalized different concepts in the framework of **Comprehensive Sustainability**, beyond the saving of water and energy.

While you wait for CONSTRUVERDE 2018, we present you with 10 practical tips on how a sustainable and healthy office that provides well-being for its occupants should be.

■ A DECALOGUE FOR A SUSTAINABLE CORPORATE SPACE

Aspects to consider:

1. *Air quality and ventilation:* these spaces have low concentrations of CO₂, volatile organic compounds and other pollutants, as well as adequate ventilation rates through natural or mechanical systems.
2. *Thermal comfort:* recent studies by the World Green Building Council (World GBC) show that employee performance can be reduced by up to 6% when spaces are very hot or by 4% if they are very cold.
3. *Natural and artificial lighting:* the office spaces that are designed to maximize access to natural lighting have a direct impact on the quality of life and the employees' nighttime sleep.

4. *Acústica*: estos espacios emplean materiales que ayudan a controlar el ruido interno y externo, los colaboradores reducen su rendimiento hasta en un 66% producto de distracciones asociadas a ruidos.
 5. *Distribución interior y Diseño activo*: este tipo de oficinas tienen soluciones diversas respecto a los espacios de trabajo, salas de reuniones, zonas de trabajo individual, mobiliario activo para cambiar de posición a lo largo de la jornada de trabajo, entre otros. Este aspecto redonda en colaboradores con alto compromiso y pertinencia por la compañía.
 6. *Biofilia y vistas al exterior*: los espacios cuentan con gran variedad de plantas y reconectan a las personas con la naturaleza en su lugar de trabajo. El estudio del WorldGBC destaca un incremento en la velocidad de procesamiento de llamadas entre un 7 y un 12% al incorporar esta característica.
 7. *Diseño interior sensorial*: las oficinas que generan un impacto positivo en sus ocupantes armonizan los colores, texturas y materiales para transmitir tranquilidad y evocar la naturaleza. Incide directamente en la satisfacción laboral.
 8. *Ubicación de la oficina y comodidades*: estos espacios resaltan por tener buen acceso a transporte público y red de ciclorutas. Incluso también se concentran en la alimentación de los ocupantes al proveer acceso a frutas de forma gratuita y opciones de comida saludable.
4. *Acoustics*: these spaces use materials that help control internal and external noise; employees reduce their performance by up to 66% as a result of distractions associated with noise.
5. *Interior distribution and active design*: this type of office has different solutions regarding work spaces, meeting rooms, individual work areas, and active furniture to change positions throughout the working day, among others. This aspect results in collaborators with high commitment and relevance for the company.
6. *Biophilia and views to the outside*: spaces have a great variety of plants and reconnect people with nature in their place of work. The World GBC study highlights an increase in the speed of call processing between 7 and 12% when incorporating this feature.
7. *Sensory interior design*: offices that generate a positive impact on the occupants tend to harmonize colors, textures and materials to transmit tranquility and evoke nature. This directly affects job satisfaction.
8. *Location of the office and amenities*: these spaces stand out for having good access to public transport and network of bike paths. They even concentrate on the feeding of the occupants by providing access to free fruit and healthy food options.

Within the framework of the Integrative Design Process (IDP), these projects demonstrate percentages of water and energy savings compared to robust and internationally recognized baselines,

En el marco del **Proceso Integrativo de Diseño** (PDI), estos proyectos demuestran porcentajes de ahorro de agua y energía frente a líneas base robustas y de reconocimiento internacional logrando

proyectos de muy alto desempeño y de clase mundial. Por lo que los siguientes elementos son:

9. **Ahorro de agua:** la especificación de estos espacios conllevan el uso racional de este recurso, por lo que cuentan con aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo.
10. **Ahorro de energía:** vale la pena mencionar que para cada uno de los elementos mencionados anteriormente, estas soluciones parten de la comprensión de las características del entorno para maximizar el potencial de las estrategias de sostenibilidad, desde las estrategias pasivas que permiten reducir la demanda energética hasta las estrategias activas que permiten reducir el consumo.

■ ACERCA DEL CCCS

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) es una organización privada sin ánimo de lucro fundada en 2008 cuyo propósito es **asegurar, con mejores prácticas de urbanismo y construcción sostenible, entornos prósperos, ambientalmente responsables, inclusivos y saludables para todos.**

El CCCS concreta oportunidades para la evolución de la industria de la construcción hacia la sostenibilidad integral y trabaja en beneficio de sus Miembros y aliados. Sus acciones se concientan en:

- **Fortalecer el conocimiento técnico;**
- **Apoyar e influir** en la formulación y cumplimiento políticas de producción y consumo responsable;
- Ofrecer un portafolio relevante de herramientas de verificación/certificación en construcción y urbanismo sostenible, el cual incluye el **Programa LEED para Colombia**, el sistema de certificación en sostenibilidad integral **Referencial**

achieving high-performance, world-class projects. The following elements are:

9. **Water saving:** the specification of these spaces entails the rational use of this resource, which is why they have low consumption sanitary appliances and taps.
10. **Energy saving:** it is worth mentioning that for each of the elements mentioned above, these solutions start from the understanding of the characteristics of the environment to maximize the potential of sustainability strategies, from passive strategies that reduce energetic demand to active strategies that allow for reduced consumption.

■ ABOUT CCCS

The Colombian Council for Sustainable Construction (CCCS) is a private non-profit organization founded in 2008, which works **to ensure prosperous, environmentally responsible, inclusive and healthy environments for all with better urban planning and sustainable construction practices.**

The CCCS specifies opportunities for the evolution of the construction industry towards comprehensive sustainability and works for the benefit of its members and allies. Their activities focus on:

- **Strengthen technical knowledge;**
- **Support and influence** the formulation and compliance of responsible production and consumption policies;
- Offer a relevant portfolio of verification / certification tools in construction and sustainable urban planning, which includes the **LEED Program for Colombia**, the integral sustainability

CASA Colombia y el **Programa Acelerador de Eficiencia Energética para Edificaciones** (*Building Efficiency Accelerator, BEA*), con actividades en Bogotá y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, entre otras;

- Divulgar publicaciones e investigaciones;
- Ofrecer capacitaciones y eventos especializados; y
- Conectar del mercado nacional con tendencias e innovaciones globales relevantes para el país.



certification system **CASA Colombia and the Building Efficiency Accelerator, BEA**, with activities in Bogotá and the Metropolitan Area of the Aburrá Valley, among others;

- Disseminate publications and research;
- Offer specialized training and events; and
- Connect the national market with global trends and innovation relevant to the country.



Cristina Gamboa

Economista de la Universidad de Los Andes, Bogotá, con Maestría en Economía y Relaciones Internacionales de la Universidad Johns Hopkins, Escuela de Estudios Internacionales Avanzados (SAIS). Es la directora general del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) y se desempeña como presidenta del Comité Directivo de LEED, el organismo rector global para los estándares LEED, por designación de la Junta Directiva del Consejo de Construcción Verde de los EE. UU. Se unió a la Junta Directiva del World Green Building Council (WorldGBC) en julio de 2013 y ha sido vicepresidenta, tesorera, presidenta del Comité de Desarrollo Empresarial, presidenta del Comité de Auditoría y presidenta de la Red Regional de las Américas. cgamboa@cccs.org.co

