

ISSN: 1657-0308

# 13

Vol.

REVISTA DE ARQUITECTURA

# Arquitectura



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia



FACULTAD DE ARQUITECTURA

## A ORIENTACIÓN EDITORIAL

La *Revista de Arquitectura* es una publicación seriada dirigida a la comunidad académica y profesional de las áreas afines a la disciplina (Arquitectura y Urbanismo), en donde se presentan resultados originales e inéditos de investigación. El primer número se publicó en 1999 y continúa con una periodicidad anual, es editada por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Colombia. La revista se estructura en tres secciones correspondientes a las líneas de investigación aprobadas por la institución, a saber:

**CULTURA Y ESPACIO URBANO.** En esta sección se publican los artículos que se refieran a fenómenos sociales en relación con el espacio y el territorio urbano.

**PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO.** Esta sección presenta artículos sobre el concepto de proyecto, entendido como elemento que define y orienta las condiciones proyectuales que devienen en los hechos arquitectónicos o urbanos, y la forma como éstos se convierten en un proceso de investigación y de producción nuevo de conocimiento. También se presentan proyectos que sean resultados de investigación, que se validan a través de la ejecución y transformación en obra construida del proceso investigativo.

**TECNOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD.** En esta sección se presentan artículos acerca de sistemas estructurales, materiales y procesos constructivos, medio ambiente y gestión, relacionados con el entorno social, cultural y ecológico.

La *Revista de Arquitectura*, recibe de manera permanente artículos, por lo cual no existen fechas de apertura y cierre de convocatorias.

El idioma principal es el español y como opcionales están definidos el inglés y el portugués, los textos pueden ser escritos y presentados en cualquiera de estos.

### A Imagen base de la portada:

Termas de Piedra, obra del arquitecto Peter Zumthor, 1996. Vals, Suiza.

Foto: Sandra Acosta Guacaneme

### A El editor y los autores son responsables de los artículos aquí publicados.

Los autores son los responsables del material gráfico publicado.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se haga la solicitud formal y se cite la fuente y el autor.

### A Universidad Católica de Colombia. (2011, enero-diciembre). *Revista de Arquitectura*, 13. 1-128. ISSN: 1657-0308

Especificaciones:

Formato: 34 x 24 cm

Papel: Mate 115g

Tintas: Negro y Policromía

Periodicidad: Anual



## UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

PRESIDENTE  
Édgar Gómez Betancourt  
VICEPRESIDENTE - RECTOR  
Francisco José Gómez Ortiz  
VICERRECTOR  
Édgar Gómez Ortiz

DECANO ACADÉMICO  
Jorge Enrique Celis Giraldo  
DIRECTORA DE INVESTIGACIONES  
María Eugenia Guerrero Useda  
DIRECTORA DE EDICIONES  
Stella Valbuena García



## FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO  
Werner Gómez Benítez  
DIRECTOR DE DOCENCIA  
Jorge Gutiérrez Martínez  
DIRECTOR DE EXTENSIÓN  
Carlos Beltrán Peinado  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
Juan Carlos Pérgolis  
DIRECTOR DE GESTIÓN DE CALIDAD  
Augusto Forero La Rotta

COMITÉ ASESOR EXTERNO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA:  
Alberto Miani Uribe  
Octavio Moreno  
Jorge Pérez Jaramillo  
Lorenzo Castro

# REVISTA DE ARQUITECTURA **Arquitectura**

### REVISTA INDEXADA Y ARBITRADA

Publindex. Índice Bibliográfico Nacional IBN – Categoría C. Colombia.  
Redalyc. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica. México.  
Clase. Base de datos bibliográfica de revistas de ciencias sociales y humanidades. Universidad Autónoma México.  
Latindex. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Directorio). México.  
Dialnet. Fundación Dialnet - Biblioteca de la Universidad de La Rioja. España.  
Actualidad Iberoamericana. (Índice de Revistas) Centro de Información Tecnológica (CIT). Chile.  
Arla. Asociación de revistas latinoamericanas de arquitectura.

### SUSCRIPCIONES, ADQUISICIONES Y COMENTARIOS

DIAG. 46A N° 15B-10 CUARTO PISO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA - CENTRO DE INVESTIGACIONES CIFAR  
3277300 EXT 3109 - 5146  
revistadearquitectura@ucatolica.edu.co  
cifar@ucatolica.edu.co  
ediciones@ucatolica.edu.co  
www.ucatolica.edu.co

### IMPRESIÓN:

ESCALA Taller Litográfico  
Calle 30 N° 17-52 - (057 1) 2320482  
Diciembre de 2011

### REVISTA DE ARQUITECTURA

DIRECTOR  
Werner Gómez Benítez  
EDITOR  
César Andrés Eligio Triana  
CONSEJO EDITORIAL  
Werner Gómez Benítez  
Jorge Gutiérrez Martínez  
César Andrés Eligio Triana  
Carlos Beltrán Peinado  
Hernando Verdugo Reyes

IMAGEN & DISEÑO  
DISEÑO Y MONTAJE  
CAET - escalareal@hotmail.com  
TRADUCTOR TÉCNICO  
Carlos Álvarez de la Roche  
CORRECTORA DE ESTILO  
María José Díaz Granados M.  
PÁGINA WEB  
Óscar Mauricio Pérez

### COMITÉ EDITORIAL

- Sonia Berjman, Ph.D.  
ICOMOS, Buenos Aires, Argentina
- Beatriz García Moreno, Ph.D.  
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
- Juan Carlos Pérgolis, Msc.  
Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia
- René Julio Castillo, Msc. Ph.D. (Estudios)  
Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia
- Hugo Modragón López, Ph.D.  
Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile
- Juan Pablo Duque Cañas, Ph.D.  
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
- Germán Darío Correal Pachón, Msc.  
Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia
- Luis Gabriel Gómez Azpeitia, Ph.D.  
Universidad de Colima. Colima, México
- Luis Carlos Herrera Sosa, Ph.D.  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

### COMITÉ CIENTÍFICO

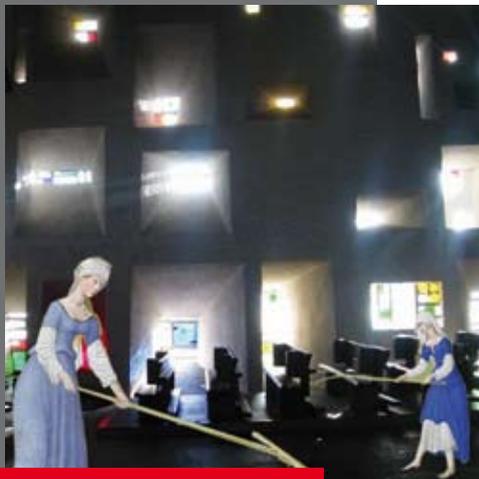
- Jorge Grané del Castillo, Msc.  
Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica
- Javier Peinado Pontón, Msc.  
Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia
- Jorge Alberto Villamizar Hernández  
Universidad Santo Tomás. Bucaramanga, Colombia
- Augusto Forero La Rotta, Msc.  
Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia
- Luis Álvaro Flórez Millán, Msc.  
Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia
- Elvia Isabel Casas Matiz, Msc.  
Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia



# CONTENIDO



**CULTURA Y ESPACIO URBANO**  
**CULTURE AND URBAN SPACE**  
4 - 37



**PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO**  
**ARCHITECTURAL AND URBAN PROJECT**  
38 - 91



**TECNOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD**  
**TECHNOLOGY, ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY**  
92 - 127



---

## EL DESEO DE MODERNIDAD EN LA BOGOTÁ REPUBLICANA

UN EJERCICIO SOBRE COMUNICACIÓN Y CIUDAD

JUAN CARLOS PÉRGOLIS

PÁG. 4

## PAISAJES IMAGINARIOS DEL TIEMPO

ENTRE PÁRAMOS Y PUEBLOS ANDINOS DE VENEZUELA

LUZ PARGAS L.

PÁG. 13

## LAS FORMAS URBANAS COMO MODELO

LA PLANIFICACIÓN Y LA URBANIZACIÓN DE VIVIENDA COMO AGENTES DE CAMBIO EN LA FORMA DEL TEJIDO DE LA CIUDAD, BOGOTÁ 1948-2000

ÁLVARO JAVIER BOLAÑOS PALACIOS

PÁG. 23

---

## LA SINESTESIA EN LAS TERMAS DE PIEDRA

MONTAÑA – PIEDRA – AGUA

SANDRA ACOSTA GUACANEME

PÁG. 38

## FLEXIBILIDAD Y MALEABILIDAD DE LOS OBJETOS DE DISEÑO EN TRES CENTROS COMERCIALES DE CALI

JOAQUÍN LLORCA FRANCO

CÉSAR EDUARDO IBÁÑEZ FERNÁNDEZ

PÁG. 46

## EL TEMA DE LA RAZÓN EN LAS TEORIZACIONES DE LA ARQUITECTURA MODERNA

UN RECORRIDO POR TEXTOS DE VIOLLET-LE-DUC, LE CORBUSIER Y SARTORIS

JIMENA PAULA CUTRUNEO

PÁG. 55

## LE CORBUSIER: LA ARQUITECTURA COMO PROYECTO DE MUNDO

APROXIMACIÓN A UNA FILOSOFÍA DE LA ARQUITECTURA

VALENTINA MEJÍA AMÉZQUITA

PÁG. 66

## CUALIFICACIÓN EN DISEÑO

ENTRE LA PROYECCIÓN Y LA FABRICACIÓN

GUSTAVO ALBERTO VILLA CARMONA

PÁG. 73

## SOBRE MODELOS PEDAGÓGICOS Y EL APRENDIZAJE DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

GERMÁN DARÍO CORREAL PACHÓN

HERNANDO VERDUGO REYES

PÁG. 80

---

## DISEÑO DE ECO-ENVOLVENTES

MODELO PARA LA EXPLORACIÓN, EL DISEÑO Y LA EVALUACIÓN DE ENVOLVENTES ARQUITECTÓNICAS PARA CLIMAS TROPICALES

RODRIGO VELASCO

DANIEL ROBLES

PÁG. 92

## AGLOMERANTES, MORTEROS Y APLANADOS ADECUADOS PARA PROTEGER EL MEDIOAMBIENTE

ALBERTO CEDEÑO VALDIVIEZO

PÁG. 106

## SISTEMAS DE DISEÑO PARA LA VIVIENDA

CARLOS CÉSAR MORALES GUZMÁN

PÁG. 118

## IX ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE REVISTAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



Exposición de revistas en el IX Encuentro Latinoamericano de Revistas de Arquitectura y Urbanismo  
Fuente: Arquitecto, 2011

En el marco del XIV Seminario de Arquitectura Latinoamericana (SAL) realizado en Campinas, Brasil, y cuyo tema central fue la mirada a las Contribuciones a la crítica en arquitectura y urbanismo en América Latina. Reflexiones sobre los 25 años de los SAL y proyectos para el siglo XXI, se realizó el IX Encuentro Latinoamericano de Revistas de Arquitectura y Urbanismo llevado a cabo los días 9 y 10 de noviembre de 2011.

El tema propuesto para el IX Encuentro fue la “Difusión de la cultura arquitectónica en Latinoamérica, la historia reciente y las perspectivas para la integración editorial de las revistas de arquitectura y de urbanismo” (2011). Con este enfoque, el Encuentro buscó promover la convergencia entre el conocimiento y las experiencias de los cuerpos editoriales de las publicaciones frente a los retos planteados por el mercado internacional contemporáneo, buscando detectar las expresiones autónomas.

El desarrollo del Encuentro se basó en tres ejes que abarcaron el pasado, el presente y el futuro del mundo editorial. Eje 1– La historia reciente de las revistas de arquitectura y urbanismo en Iberoamérica: mirar el presente, planear el futuro. Eje 2- Políticas y experiencias editoriales de revistas de arquitectura y urbanismo en América Latina: prácticas contemporáneas. Eje 3- Para una difusión de la cultura arquitectónica en América Latina: perspectivas de publicación en la era virtual y estrategias para la promoción del pensamiento arquitectónico en el escenario de la globalización.

Paralelo al Encuentro se llevaron a cabo dos actividades de gran importancia para el desarrollo de las publicaciones de la región: la Exposición de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura y Urbanismo, y la presentación de la Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura (ARLA).

La muestra de revistas de arquitectura contó con la participación de 35 publicaciones de diferentes países, discriminadas así: Brasil (14), Colombia (6) —*Revista de Arquitectura, Escala, DeArq, Alarife, Hito, Traza*—, Argentina (6), Chile (4), México (1), Ecuador (1), Cuba (1), República Dominicana (1) y España (1). Todas ellas con una excelente calidad en presentación y contenido, con lo que se demuestra que la arquitectura latinoamericana y sus publicaciones tienen un espacio grande por ganar.

También se presentó el avance sobre la Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura (ARLA), un proyecto que nació en los pasados SAL y Encuentros, y que gracias al arquitecto Hernán Ascui, quien ha liderado este proyecto (sin

desconocer el esfuerzo de otros miembros), ya se pueden ver los primeros resultados de esta iniciativa.

La Asociación, por medio del portal web del ARLA, busca fortalecer y profesionalizar las publicaciones a través de un trabajo colaborativo, solidario y permanente en el tiempo. ARLA, como parte de sus compromisos, trazó los siguientes objetivos:

1. Generar un catastro amplio, permanente y actualizado de las revistas Latinoamericanas de arquitectura en circulación.
2. Impulsar la difusión y distribución de las revistas asociadas en todo el mundo.
3. Canalizar el trabajo colaborativo de sus asociados.
4. Promover el perfeccionamiento técnico de sus asociados, promoviendo los procesos de profesionalización de sus revistas para alcanzar estándares internacionales de calidad y gestión.
5. Generar debates y foros en torno a los artículos publicados que fomenten la interacción de las revistas con el público y el cultivo abierto y libre de la disciplina.
6. Crear vínculos, convenios y colaboraciones con entidades y organismos interesados en apoyar los fines de la asociación (ARLA, 2009).

También se presentaron para discusión los estatutos y lineamientos generales que permitirán orientar el cumplimiento de estos objetivos.

El reto actual que tienen las publicaciones es promover y dar visibilidad en todo el mundo a la producción arquitectónica y científica que se está generando en América Latina. El acceso abierto y el trabajo en redes de colaboración es de gran importancia para lograr este cometido; los sistemas de indexación y resumen, y los procesos de arbitraje son herramientas valiosas para garantizar la calidad de las publicaciones y su homologación a nivel internacional.



### REFERENCIAS

- ARLA. Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura (2009). Recuperado de: <http://arlared.org>
- Arquitecto (2011). IX Encuentro Latinoamericano de Revistas de Arquitectura y Urbanismo. Recuperado de: <https://www.facebook.com/ArquitectoRD>
- IX Encuentro Latinoamericano de Revistas de Arquitectura y Urbanismo (2011). Recuperado de: <http://www.jotform.com/form/11351127282>

CÉSAR ANDRÉS ELIGIO TRIANA  
Universidad Católica de Colombia

## DISEÑO DE ECO-ENVOLVENTES

### MODELO PARA LA EXPLORACIÓN, EL DISEÑO Y LA EVALUACIÓN DE ENVOLVENTES ARQUITECTÓNICAS PARA CLIMAS TROPICALES

#### RODRIGO VELASCO

Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Arquitectura y Artes, Programa Arquitectura, Bogotá.  
Grupo de investigación práctica urbano-arquitectónica y teoría socioeducativa.

Velasco, R., y Robles, D. (2011). Diseño de eco-envolventes. Modelo para la exploración, el diseño y la evaluación de envolventes arquitectónicas para climas tropicales. *Revista de Arquitectura*, 13, 92-105.

Arquitecto, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.  
Docente Investigador, Universidad Piloto de Colombia.

Publicaciones:

Eco-envolventes: A parametric design approach to generate and evaluate façade configurations for hot and humid climates, eCAADe 2011, *Eslovenia*. (2011).

Sobre el uso de herramientas digitales dentro de la formación profesional en arquitectura. *Alarife. Revista de Arquitectura*, 1 (11): pp. 60-71 (2011).

Configuraciones estructurales sinérgicas: hacia una economía material. *Alarife. Revista de Arquitectura fasc. N/A*: p. 47. Universidad Piloto de Colombia (2008).

rodrigo-velasco@unipiloto.edu.co

#### DANIEL ROBLES

Estudiante de arquitectura en proyecto de grado, Universidad Piloto de Colombia.

drobles90@upc.edu.co

#### RESUMEN

Este artículo presenta una propuesta de modelo paramétrico para la exploración y evaluación de configuraciones de envolventes arquitectónicas adecuadas a climas tropicales de baja altitud. Con tal fin, se ha desarrollado una estructura relacional entre factores determinantes y parámetros variables, apoyada en análisis previos de desempeño estructural de confort térmico y energía embebida de soluciones genéricas. El modelo metodológico propuesto se presenta gráficamente, incluyendo una explicación de la programación gráfica realizada, y los tipos y valores dados a los parámetros utilizados. El potencial práctico del modelo es ilustrado por un caso particular de aplicación en el contexto general de Girardot, en Colombia, donde las soluciones propuestas demuestran mejoras notables en términos de control térmico respecto a tipologías existentes.

**PALABRAS CLAVE:** diseño paramétrico, herramientas digitales de simulación, clima y arquitectura, arquitectura sostenible, TIC en arquitectura.

#### DESIGN OF ECHO-ENVELOPES

#### MODEL FOR THE EXPLORATION, THE DESIGN AND THE EVALUATION OF ENCIRCLING ARCHITECTURAL FOR TROPICAL CLIMATES

#### ABSTRACT

This paper presents the current development of an in-progress academic research project where a particular design problem, that of building envelopes for tropical climates, is parametrically defined and its possible solutions assessed by means of data correlations and virtual simulations. In doing so, the authors have devised a parametric structure based on factorial definitions whereby environmental, structural and life cycle analyses are taken into consideration to determine the overall performance of design possibilities defined in terms of their physical configuration, constituent materials, construction processes and dynamic behavior. Particular emphasis is placed on the embedded energy and functional performance of the resulting designs. The proposed methodological model is graphically presented, and its practical potential illustrated by a particular case of application.

**KEYWORDS:** Parametric design, building envelopes, green envelopes, tropical architecture, information and communication technology in architecture.

Recibido: enero 30/2011

Evaluado: agosto 17/2011

Aceptado: agosto 30/2011

## INTRODUCCIÓN

El presente artículo describe el proceso de concepción, formulación e implementación de una estructura paramétrica para el diseño de fachadas arquitectónicas, llevado a cabo en el marco del proyecto interdisciplinar de investigación Eco-envolventes<sup>1</sup>, y apoyado en trabajos anteriores<sup>2</sup> sobre el uso de herramientas digitales realizados dentro del grupo de investigación Práctica Urbano-arquitectónica y Teoría Socioeducativa del Programa de Arquitectura en la Universidad Piloto de Colombia, particularmente aquellos dentro del área definida como “apoyo lógico-metodológico y análisis a procesos de diseño e investigación” (Velasco, 2011).

El proyecto de investigación Eco-envolventes, marco del presente trabajo, inició en el año 2010 como proyecto interdisciplinar formulado por los programas de Arquitectura, Ingeniería Civil y Administración y Gestión Ambiental de la Universidad Piloto. La investigación busca aprovechar recursos naturales y tecnológicos disponibles en las áreas de intervención en términos de sostenibilidad para proponer, modelar y evaluar envolventes arquitectónicas de bajo impacto energético y ambiental, adecuadas a las condiciones colombianas haciendo énfasis, en una primera fase, en las condiciones relativas a zonas de baja altitud que caracterizan la mayor parte del territorio nacional. El proyecto está formulado como una propuesta R+D+I y, en este sentido, ha establecido vínculos de cooperación con empresas privadas relevantes para el proyecto, principalmente Voxel S.A.S. (distribuidores y capacitadores de *Rhinoceros* y plug-ins asociados), Jardineros S.A. (comercializadores de plantas y consultores en paisajismo), Induguadua (productores, procesadores y comercializadores de guadua) y Helios S.A. (productores de ladrillos y tabletas de cerámica).

## METODOLOGÍA

Dentro del trabajo que aquí se presenta se pueden definir tres etapas de desarrollo. La primera, dedicada a la *formulación del problema*, implicó un estudio del estado del arte del diseño de fachadas, donde se realizó una amplia revisión de la literatura existente y de diseños de fachada especiales,

1 Proyecto de investigación de la Universidad Piloto de Colombia, donde el autor principal de este artículo colabora con Claudio Varini (investigador principal), Tomás Bolaños (biólogo), Eduardo Rocha (arquitecto), Andrés Moscoso (arquitecto), Camilo Contreras (ingeniero estructural), Paulo Romero (diseñador industrial y experto en LCA) y Sara Luciani (investigadora junior).

2 Informe sobre “El uso de herramientas digitales en el programa de arquitectura de la Universidad Piloto de Colombia y su relación con el contexto mundial” (2009), proyecto realizado por Rodrigo Velasco y financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Piloto de Colombia.

poniendo énfasis en soluciones que respondieran a las condiciones climáticas de nuestro interés particular, es decir, climas cálidos y húmedos. Se recopilaron diseños que, en algunos casos, implicaron el desarrollo de modelos digitales tridimensionales, lo que permitió la producción de estudios de caso a manera de resumen. El análisis de esta información resultó en la formulación de tres tipos de factores como determinantes principales de la propuesta: funcionales, tecnológicos y ambientales. Cada una de estas categorías agrupa una serie de factores que se podrían asimilar como grupos de requerimientos del sistema, los cuales fueron desglosados en requerimientos específicos que tuvieron la posibilidad de ser evaluados, y de esa manera incorporados como tipos de análisis para retroalimentar las propuestas generadas.

En la segunda etapa se identificaron trece parámetros de configuración para conformar una primera estructura conceptual para el diseño de fachadas. Basándose en esta estructura conceptual, el siguiente paso implicó el *desarrollo de un modelo paramétrico* donde se escogieron siete parámetros de diseño con valores tridimensionales que se definieron en términos de sus posibilidades y rangos de variación, integrados dentro de un modelo digital geométrico (programación gráfica sobre herramientas de modelación tridimensional). Las definiciones de estos parámetros fueron guiadas por supuestos dados como resultado de la investigación general, con capacidad de generar un mundo de posibilidades de diseño que, en conjunción con algunas herramientas de análisis, contempla el desempeño particular de tales posibilidades en términos de los factores determinantes previamente definidos.

Después de haber definido y desarrollado la estructura del diseño paramétrico, la tercera etapa implicó el desarrollo de una *aplicación particular de este modelo*, donde se utilizó un edificio específico, la sede de la Universidad Piloto en Girardot, para explorar el comportamiento de diferentes sistemas de fachada generados desde el modelo paramétrico aquí expuesto, para ser evaluados en términos de su desempeño climático, estructural y medioambiental.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La pregunta central del proyecto de investigación Eco-envolventes: ¿Cómo es posible desarrollar, de forma original, envolventes arquitectónicas capaces de garantizar a los espacios internos *condiciones de confort* en términos de *bajo impacto ambiental* en las condiciones específicas (*geo-climáticas, tecnológicas y económicas*) propias de entornos colombianos? señala tres grandes campos que orientan las soluciones de diseño; el primero tendría que ver con los requerimientos funcionales de la envolvente, i.e., la envolvente como proveedora de condiciones de confort al interior del edificio. El segundo campo fundamental condicionaría el cumplimiento de los requerimientos

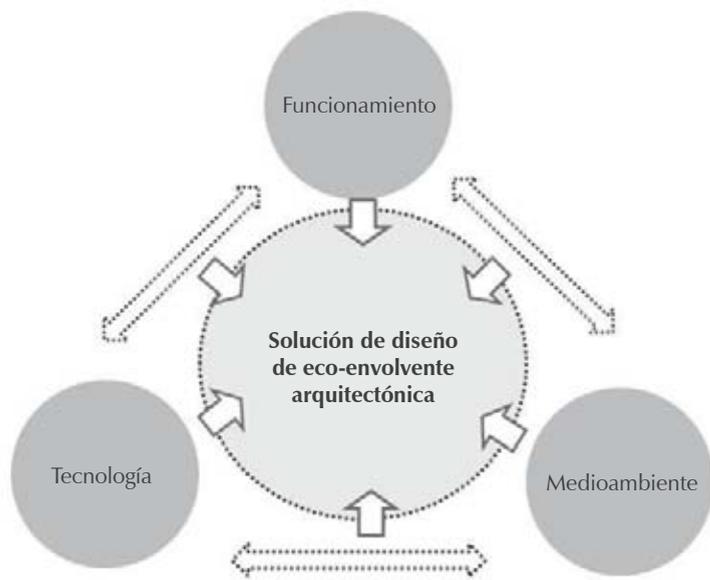


Figura 1. Factores determinantes para el diseño de Eco-envolventes

funcionales antes descritos a los recursos tecnológico-económicos disponibles en un entorno específico y, finalmente, estaría el aspecto medioambiental, que implicaría dos preconditionamientos ecológicos fundamentales para cualquier propuesta, su adecuación a unas condiciones geoclimáticas específicas y la demanda de un bajo impacto ambiental para cualquier solución propuesta y en las condiciones medioambientales particulares. De esa manera, al hablar del diseño de eco-envolventes, nos referiremos a la integración en mayor o menor grado de estos campos generales de factores, entendiendo el diseño como integrador y, en esta investigación de corte tecnológico, considerando los factores de comunicación como simple resultante (figura1).

**DEFINICIÓN DE LOS FACTORES DETERMINANTES DEL PROBLEMA**

Los tipos de factores determinantes del diseño para las eco-envolventes arquitectónicas son tres: los primeros implican lo relacionado con el funcionamiento de la fachada como proveedora de confort interno; el segundo tipo de factores implica el área tecnológica, directamente ligada a la materialidad y constructibilidad de las propuestas, mientras el tercer tipo de factores serían los medioambientales, más importantes aún cuando nuestro énfasis está en la sostenibilidad espacio-ambiental del sistema envolvente. Como los proponemos a continuación, los factores específicos de cada tipo no solo son determinantes de diseño, sino además se convierten en parámetros de evaluación para cualquier solución de diseño de eco-envolventes (figura 2).

**Factores funcionales**

Los factores funcionales están relacionados con la manera en que la envolvente arquitectónica se desempeña como barrera de protección y proveedora de zonas de confort humano en su interior. Estos factores definen el grado de confort que el sistema envolvente determina sobre los espacios que cubre. Hemos determinado cuatro requerimientos como factores principales:

**Control térmico**

La envolvente arquitectónica juega un papel importante como filtro regulador de las condiciones de temperatura del espacio interno. El control térmico, sin embargo, es resultado de la conjunción de múltiples subfactores, incluyendo la inercia térmica de los materiales y su configuración, su volumen de masa, grado de permeabilidad lumínica y de aire, insolación de la superficie, definiendo efectos de convección y radiación en un momento y contexto específico. En términos generales, es deseable que las temperaturas internas estén entre los 20 y 25 °C, lo cual será evaluado en las soluciones de diseño mediante simulaciones con programas especializados.

**Transmisión lumínica**

Teniendo en cuenta que el diseño de eco-envolventes pretende disminuir al máximo los requisitos de energía para su funcionamiento, el aprovechamiento de la iluminación natural es de gran importancia. El nivel de iluminación requerido al interior del espacio depende de las actividades que se deban realizar en él; este oscila entre los 300 y 1000 luxes, e implica una homogeneidad de niveles para evitar efectos de brillo excesivo o encandilamiento.

**Ventilación**

Además de ser un subfactor en el control térmico, un espacio funcional requiere cambio constante del volumen de aire contenido para ser habitable, normalmente alrededor de un cambio total de volumen por cada hora, equivalente a unos 50 metros cúbicos de aire por persona por hora. Los niveles de ventilación requeridos para ello deben ser controlados para evitar velocidades de aire muy altas que interfieran con las actividades humanas realizada en su interior.

**Aislamiento acústico**

Como filtro selectivo de las condiciones externas, la envolvente debe procurar también el control de ondas sonoras al interior del edificio, normalmente son admisibles niveles de hasta 50 db, la configuración física de la solución determinante directa de este desempeño.

**Factores tecnológicos**

Estos factores tienen que ver con los medios y las tecnologías empleados para materializar la propuesta de diseño de la envolvente, es decir, de qué y cómo está hecha. Hemos definido cuatro factores que determinan el grado de articulación de la propuesta en términos tecnológico-constructivos, y que definen la manera en que el desempeño de la propuesta de diseño pueda llegar a ser evaluada.

### Capacidad estructural

Probablemente, uno de los requerimientos fundamentales de la construcción envolvente radica en su necesidad de mantenerse estable resistiendo fuerzas externas y de uso. En este caso, entenderemos el sistema en términos de su eficiencia como medio de transmisión de cargas, comparando en una relación inversa los niveles de resistencia con los de peso propio.

### Eficiencia constructiva

Otro requerimiento de la envolvente, particularmente cuando se trata de un sistema que pretenda ser reproducible de manera industrial, radica en el tiempo y los recursos necesarios para su montaje en sitio.

### Durabilidad y seguridad

Además de su estabilidad estructural ante cargas externas, una construcción debe tener la posibilidad de resistir una gran variedad de fenómenos físicos y químicos externos que pueden llegar a deteriorarla y poner en peligro la seguridad de los habitantes en el espacio interno. Particularmente, la configuración puede ser evaluada en términos de su resistencia al fuego y fenómenos ambientales comunes (*weathering*).

### Costo y mantenimiento

La inversión económica requerida para la construcción y el mantenimiento del sistema envolvente es factor condicionante para el uso de unas u otras tecnologías. Una valoración de esta inversión permite comparar diferentes soluciones y verificar su viabilidad.

### Factores medioambientales

Estos factores son los relativos al medio físico global dentro del cual se localiza la posible envolvente arquitectónica, incluyendo aspectos energéticos y de biodiversidad (especies vegetales nativas o apropiadas). Estos factores definen el impacto del sistema envolvente sobre el medioambiente natural a escalas local y global, que podrán ser evaluados de manera general en términos de los siguientes factores:

#### Energía embebida

El primer factor propuesto como determinante de comportamiento medioambiental de la envolvente es la cantidad de energía requerida para su construcción entendiéndola de manera total para los materiales, productos y procesos llevados a cabo dentro de los ciclos de vida de cada elemento que la compone.

#### Energía térmica absorbida-emitida

La manera y el grado en que la superficie envolvente refleja o absorbe la energía proveniente de

la radiación solar resulta en la energía que esta transmite al medio local, modificando su funcionamiento, y llegando a causar fenómenos como el de la isla de calor. Proponemos medir este factor de acuerdo con el grado de acercamiento del sistema artificial envolvente al medio natural en términos de su comportamiento energético.

#### Soporte a biodiversidad local

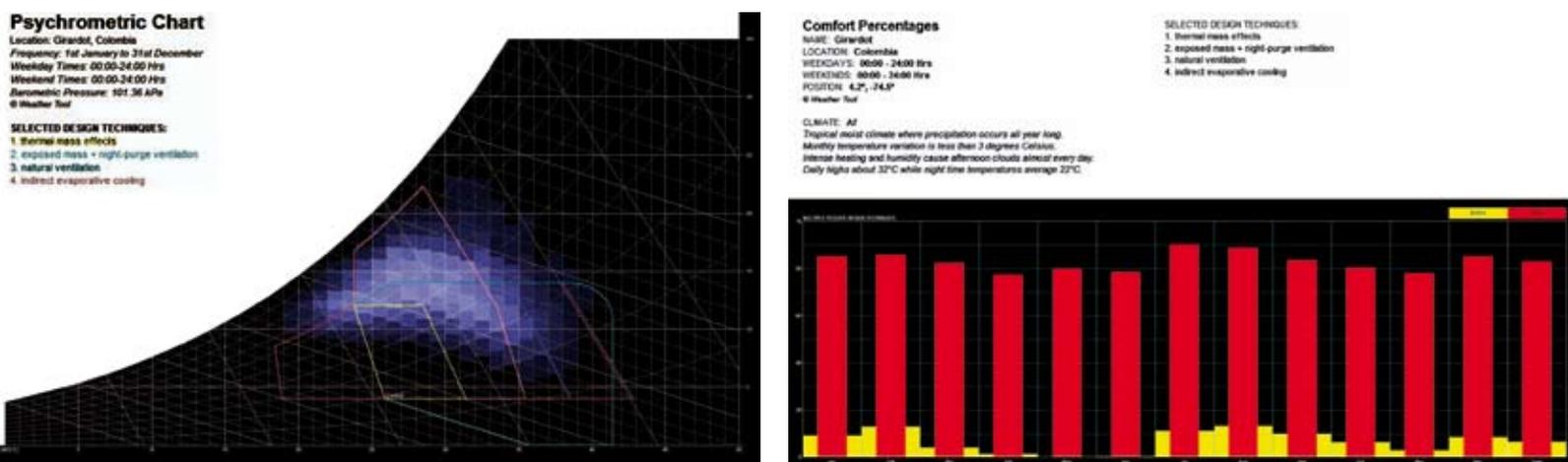
Previendo la inclusión de material vegetal o de soporte animal dentro de la configuración física del sistema envolvente, este factor califica la inclusión de ese material de acuerdo con su pertinencia y efectividad para soportar el sistema bio-diverso donde se sitúa.

#### Producción de O<sup>2</sup>-Fitorremediación

De la misma manera que el anterior, este factor califica el comportamiento del material vegetal incluido en el sistema envolvente, pero en este caso en términos de los beneficios directos que las estructuras vegetales puedan llegar a tener con respecto a la calidad del volumen de aire contiguo para uso humano.

Figura 2. Determinantes y tipos de evaluación.

FACTORES DETERMINANTES	TIPOS DE ANÁLISIS
<p><b>FACTORES FUNCIONALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Control térmico</li> <li>Transmisión lumínica</li> <li>Ventilación</li> <li>Aislamiento acústico</li> </ul>	<p><b>EVALUACIONES FUNCIONALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de iluminación interna</li> <li>Temperatura interna</li> </ul>
<p><b>FACTORES TECNOLÓGICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad estructural</li> <li>Eficiencia constructiva</li> <li>Durabilidad y seguridad</li> <li>Costo y mantenimiento</li> </ul>	<p><b>EVALUACIONES TECNOLÓGICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad estructural / Peso</li> <li>Costos</li> </ul>
<p><b>FACTORES MEDIOAMBIENTALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energía embebida</li> <li>Energía térmica emitida</li> <li>Soporte a biodiversidad local</li> <li>Fitorremediación</li> </ul>	<p><b>EVALUACIONES MEDIOAMBIENTALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>LCA</li> <li>Superficie total / Cobertura vegetal</li> </ul>



## FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA PARAMÉTRICA

Figura 3.

Diagrama psicrométrico y previsión de porcentajes de confort con el uso de estrategias pasivas seleccionadas.

Cuando hablamos de una estructura paramétrica nos referimos a una organización interrelacional, donde las partes están conectadas dentro de un sistema coordinado, implicando de esa manera la posibilidad de variar partes y recrear de manera automática nuevas configuraciones (Woodbury, 2010, p. 11). Debemos entonces definir las partes de nuestro modelo, la manera, los rangos mediante los cuales estas cambian, y las reglas generales del sistema. A estas partes las hemos llamado parámetros de diseño, que de una manera general implican tipologías configurativas particulares (campos de variación), donde definiciones internas (variables) pueden llegar a tener valores diferenciales de rangos especificados (valores). A continuación expondremos las reglas generales y la definición de la estructura paramétrica que permitieron una programación haciendo uso de herramientas digitales.

### REGLAS GENERALES DEL SISTEMA

Las reglas generales de configuración están dadas por análisis previos realizados dentro de la investigación marco<sup>3</sup>, donde se exploraron estrategias pasivas en climas cálidos húmedos para alcanzar niveles razonables de confort dentro del edificio cubierto. Como lo demuestran preanálisis básicos, las estrategias más destacadas fueron la ventilación, la inercia térmica, la protección solar y el enfriamiento nocturno (figuras 3 y 4).

La propuesta de la investigación involucra la utilización de sistemas de doble capa que puedan permitir de manera selectiva ventilaciones internas y cruzadas. De esa manera, buscando la aplicación de tales estrategias prometedoras, y guiados por los requerimientos propuestos como factores determinantes, hemos considerado solo

un número limitado de parámetros de diseño. Estos parámetros generales de diseño son relativos a la definición general de la envolvente, su estructura y revestimiento: las configuraciones propuestas estarían constituidas por particulares combinaciones de doble revestimiento, utilizando el vacío intermedio para colocar la estructura, asumiendo al mismo tiempo que varias de las posibles resultantes ofrezcan la posibilidad de permeabilidad, del uso de la vegetación, y que todas ellas impliquen el uso de materiales reciclables o renovables, y sean construidas con elementos prefabricados de fácil y rápido montaje y desmontaje.

### PARÁMETROS DE DISEÑO

Una revisión bibliográfica previa al desarrollo de la presente investigación nos ha mostrado que la gran mayoría de publicaciones sobre el tema toman como parámetro único para la clasificación de sistemas de envolventes el tipo de material principalmente empleado en la solución, demostrando tal categorización mediante estudios de caso. Algunos pocos estudios involucran categorías basadas en la configuración de capas o en los sistemas integrados al sistema envolvente; no obstante, de estos pocos ejemplos de clasificación, la gran mayoría de los encontrados son específicos parasistemas especializados de doble capa en vidrio (Hausladen, 2008, pp. 94-118; Crack, 2007, pp. 14-34), propios de soluciones para climas de altas latitudes. Es claro, sin embargo, que cuando hablamos de diseño en este contexto, nos referimos necesariamente a la integración de factores tecnológicos y funcionales dentro de cualquier propuesta de configuración física, en este caso de doble capa permeable como se ha definido anteriormente. Aquí denominaremos parámetros de diseño a un número de tipologías de configuración física o material que representan soluciones

<sup>3</sup> Eco-envolventes, Universidad Piloto de Colombia.

integradas a algunos de los múltiples requerimientos establecidos como factores determinantes.

De acuerdo con las reglas generales de configuración anteriormente expuestas, los parámetros de diseño propuestos aquí se pueden dividir en tres grupos: el primero, correspondiente a la definición general de la envolvente; el segundo, relativo a la estructura portante, y el tercero, correspondiente al cerramiento. Hemos determinado trece parámetros que definen el diseño y la caracterización de envolventes arquitectónicas para climas tropicales: localización, posición relativa, morfología superficial, escala, configuración estructural, mallado, secciones de trabajo estructural, uniones y anclajes, materiales de estructura, tipología de cerramiento, grado de permeabilidad, materiales para cerramiento y soporte vegetal. En la figura 5 se muestra la relación entre los factores determinantes y los parámetros de diseño propuestos para esta investigación, definiéndolos dentro de tres categorías principales: generales, estructura y cerramiento.

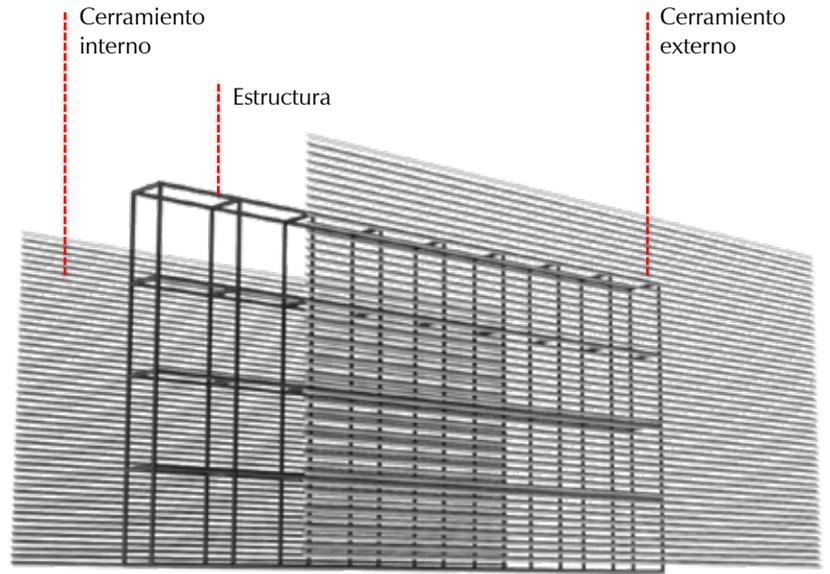
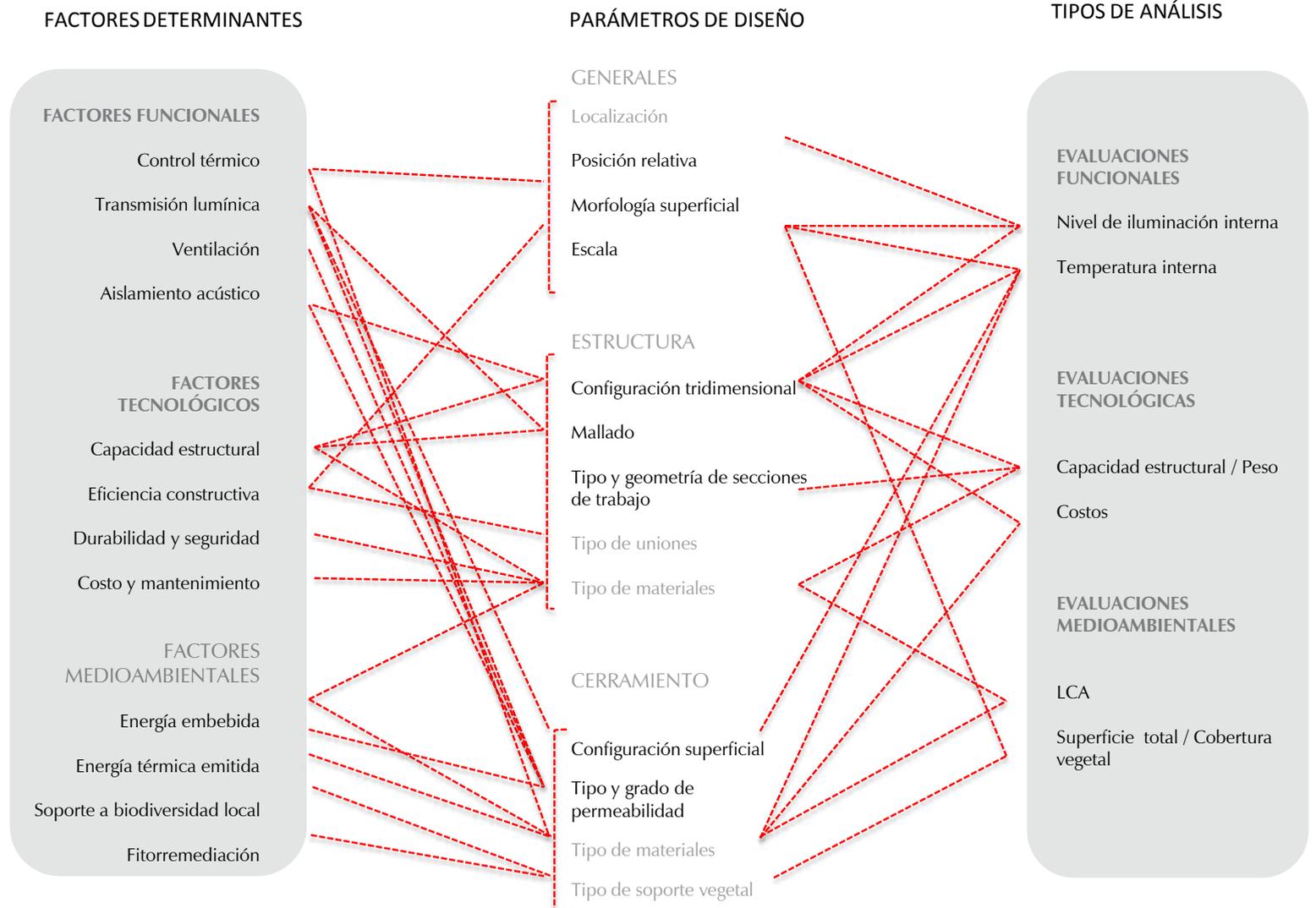


Figura 4. Configuración genérica escogida: una doble capa de revestimiento con estructura en el medio.

Figura 5. Relación de factores, parámetros y tipos de evaluación.



### Parámetros generales

Los parámetros generales definen la conformación y las condiciones generales de la construcción envolvente en términos de localización, morfología, posición y escala.

#### Localización

La localización está definida por las coordenadas geográficas donde el proyecto estará ubicado, contiene los datos climáticos (temperatura, radiación solar, nubosidad y humedad relativa) proporcionados por estaciones meteorológicas cercanas. Aunque este parámetro es de naturaleza externa a la configuración física de la envolvente, se ha incluido en la estructura porque proporciona información requerida para simulaciones de desempeño funcional ligadas al modelo paramétrico.

#### Morfología y escala

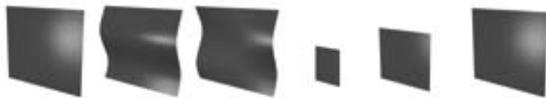


Figura 6. Categorías tipológicas de morfología y escala relativa.

La morfología y la escala de la superficie envolvente definen el área de la misma en relación directa con el entorno externo implicando, por ejemplo, mayores niveles de radiación solar,

exposición a vientos o lluvia. Como categorías, hemos definido tres posibles: *superficie plana*, de *curvatura simple*, y de *doble curvatura*. Las principales implicaciones que cada posibilidad conlleva son de tipo estructural y constructivo.

#### Posición relativa



Figura 7. Categorías tipológicas de posicionamiento relativo.

La posición relativa es probablemente el principal parámetro determinante de la relación de la superficie envolvente con el medio externo, encontramos tres posibles categorías

de este parámetro: posición vertical, es decir, funcionando estrictamente como *fachada*; posición horizontal, funcionando estrictamente como  *cubierta (hasta 45°)*, y *continua*, donde la envolvente se adapta a las dos condiciones anteriores.

### Parámetros de estructura

#### Mallado

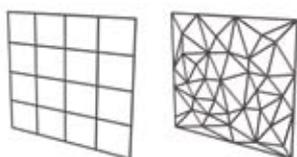


Figura 8. Categorías tipológicas de mallado.

La configuración del mallado tiene implicaciones directas sobre el trabajo estructural, el proceso constructivo y, particularmente, sobre la penalización y modulación de los elementos de cerramiento.

Hemos definido dos casos de configuración de mallado: *uniforme* y *no-uniforme*. El primero indica un caso de estandarización modular total, el segundo muestra una irregularidad del mallado estructural y, por tanto, de los elementos de cerramiento adheridos a la estructura.

#### Configuración 3D

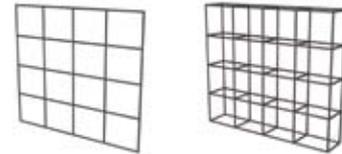


Figura 9. Categorías tipológicas de configuración 3D.

La configuración tridimensional se ha definido entendiéndola como una construcción de tipo “esqueletal”, definiendo dos grados de conectividad entre elementos, e implicando variaciones para las secciones de trabajo estructural de los mismos. Hemos definido dos categorías posibles para la configuración tridimensional de la estructura esqueletal, una en *dos direcciones* y otra en *tres direcciones*. El mayor grado de conectividad proporciona más estabilidad estructural al sistema, aunque normalmente implica mayor peso y mayor número de ensambles constructivos.

#### Sección estructural



Figura 10. Categorías tipológicas de sección estructural.

La sección o el perfil de los elementos que conforman la configuración esqueletal descrita tiene importante injerencia sobre el comportamiento estructural del sistema, su peso y construcción. Hemos definido tres tipologías de sección estructural: *maciza*, *hueca* y *aleteada*.

#### Tipo de materiales

Para la estructura prefabricada hemos definido tres tipos genéricos de materiales estructurales de acuerdo con sus características de composición físico-química y procesos de producción, así: materiales *metálicos*, *poliméricos* y *maderas*.

## Parámetros de cerramiento

Los parámetros de cerramiento definen la manera en que el sistema envolvente interactúa con el medioambiente circundante al nivel de superficie, determinando diversos tipos y niveles de intercambio energético.

### Tipología de cerramiento



Figura 11.

Categorías tipológicas de cerramiento con sistemas de verdeo.

La configuración física de los elementos modulares convencionales que conforman el cerramiento superficial del sistema envolvente define la materialidad del sistema en su nivel externo. Este parámetro tiene dos categorías generales: elementos de cerramiento como soporte de cobertura verde y elementos convencionales.

Asumiendo como conveniente la inclusión de material vegetal en las superficies que conforman el cerramiento del sistema envolvente, hemos definido tres configuraciones posibles para su posicionamiento, la primera estaría dada por una *mallado de cables* como soporte a una especie trepadora, la segunda implicaría receptáculos horizontales conformando *bolsillos rígidos*, y la tercera estaría dada por el uso de *paneles verticales*.

Asumiendo como conveniente la inclusión de material vegetal en las superficies que conforman el cerramiento del sistema envolvente, hemos definido tres configuraciones posibles para su posicionamiento, la primera estaría dada por una *mallado de cables* como soporte a una especie trepadora, la segunda implicaría receptáculos horizontales conformando *bolsillos rígidos*, y la tercera estaría dada por el uso de *paneles verticales*.

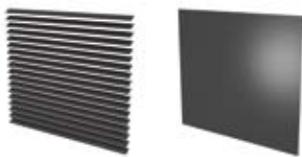


Figura 12.

Categorías tipológicas de cerramiento con sistemas convencionales.

Con relación a los sistemas de cerramiento convencionales, hemos definido dos variaciones principales en este parámetro: configuraciones *no coplanares* y *superficiales*.

Con relación a los sistemas de cerramiento convencionales, hemos definido dos variaciones principales en este parámetro: configuraciones *no coplanares* y *superficiales*.

### Tipo y grado de permeabilidad

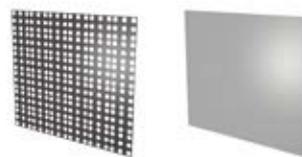


Figura 13.

Categorías tipológicas de permeabilidad.

La permeabilidad de la superficie envolvente se define por la configuración modular o el tipo de material utilizado, implicando dos tipos, total o lumínica. El primer tipo de variación lo hemos denominado *superficie perforada*, y el segundo *superficie translúcida*.

### Tipo de materiales

Hemos determinado siete tipos genéricos de materiales para el cerramiento, definidos de acuerdo con sus características de composición físico-química y procesos de producción, así: materiales *vítreos*, *pétreos*, *concretos*, *arcillosos*, *vegetales*, *metálicos* y *poliméricos*. El tipo de material es el parámetro de diseño ligado al mayor número de factores determinantes, pero no transferible a valores geométricos para su modelación.

## PROGRAMACIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO

### PROGRAMACIÓN DEL MODELO PARAMÉTRICO

Habiendo definido reglas generales, parámetros de diseño, y teniendo clara una estructura interrelacional que los liga, el paso siguiente implicó el uso de herramientas digitales para automatizar la generación de propuestas de diseño producidas por la estructura. Es, sin embargo, importante anotar que esta programación tiene una naturaleza puramente instrumental para agilizar las labores exploratorias, pero no es en ningún caso fundamental para el desarrollo del problema.

La herramienta escogida para programar las relaciones dentro de un modelo digital tridimensional fue *Grasshopper*<sup>4</sup>, como aplicación que corre sobre el software *Rhinoceros*<sup>5</sup>. *Grasshopper* es una interface gráfica que permite establecer relaciones internas entre datos numéricos y operaciones geométricas de manera intuitiva y con visualización en tiempo real, produciendo unas definiciones que, a diferencia de las basadas en *script*, no requieren conocimiento previo de lenguajes de programación. La capacidad de flexibilidad y robustez de esta herramienta es todavía bastante limitada comparada con la programación por código, pero fue escogida para este proyecto por sus importantes ventajas pedagógicas.

Los parámetros por programar fueron siete de los trece incluidos en la estructura propuesta, escogidos por estar directamente referidos a datos geométricos y espaciales, a saber: *Morfología superficial*, *Posición relativa*, *Mallado*, *Configuración 3D*, *Sección estructural*, *Tipología de cerramiento* y *Permeabilidad*. A continuación veremos la manera en que cada uno de estos parámetros, variables y valores se definen dentro de la programación visual sobre *Grasshopper* (figura 14):

4 www.grasshopper3d.com

5 www.rhino3d.com

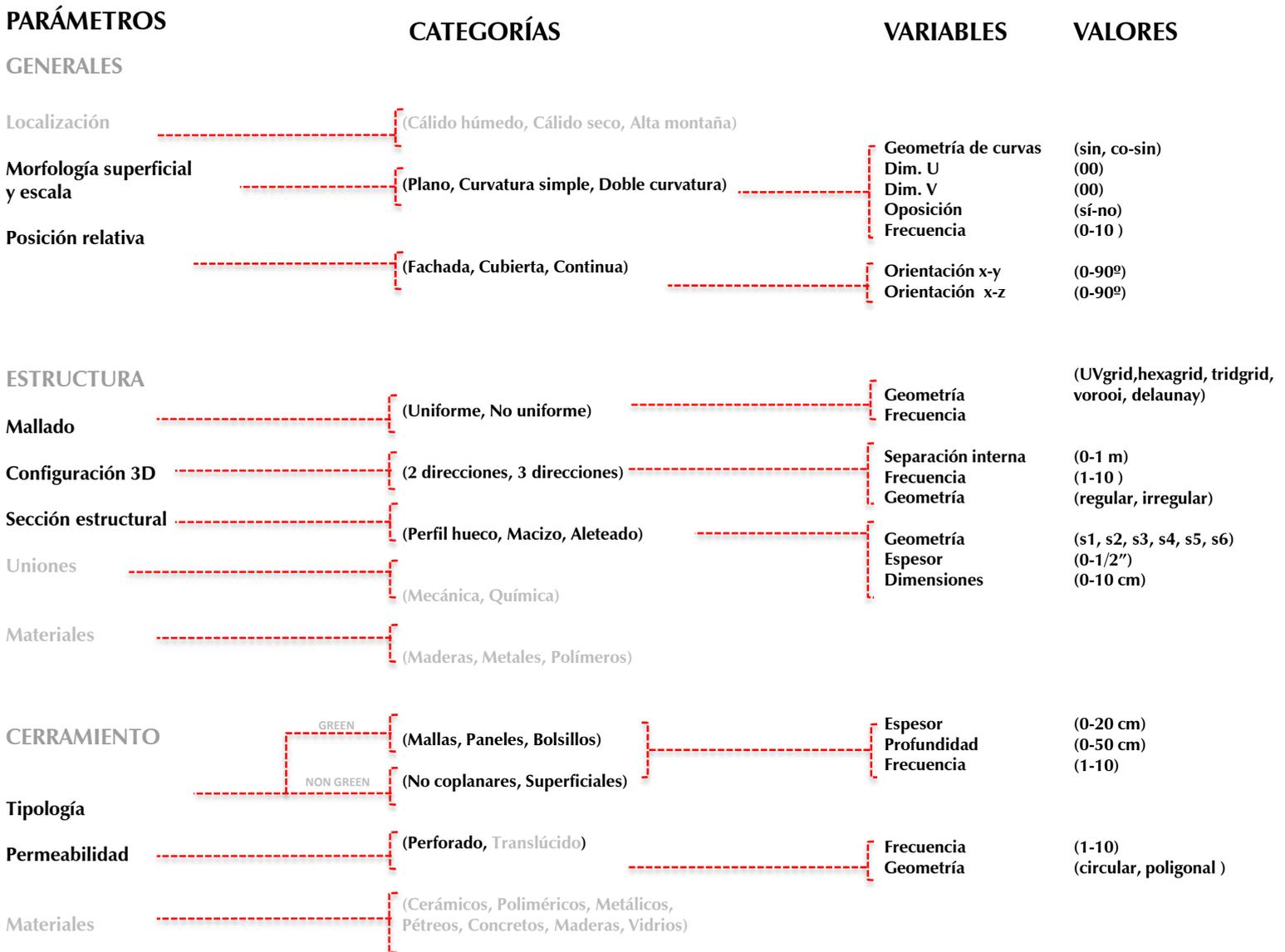


Figura 14. Cuadro relación entre parámetros, variables y valores (en negro los incluidos en la programación gráfica).

**Morfología superficial y escala**

El primer paso para la creación de una superficie base implica la elaboración de una curva inicial, para lo cual partimos de dos puntos colocados en el espacio, desde las coordenadas 0,0 del plano cartesiano, desplazando uno de los puntos en el eje z, para lo cual se cambia la distancia entre los rangos por medio de un deslizador numérico que determina la altura del mismo con la unión de los puntos. Se genera así una curva recta que puede variar su geometría por medio de funciones específicas (*seno* o *coseno*) para generar curvatura; las ondulaciones son controlables desde su frecuencia y su profundidad a las cuales están directamente ligadas. El tamaño relativo de la superficie generada podrá ser modificado en sus dos direcciones (UV) mediante el uso de deslizadores numéricos que controlan la longitud del perfil lateral (Dim U) y de la separación entre este mismo y su copia (DimV) que generan la superficie de transición.

La frecuencia se puede controlar de acuerdo con el número de series que tiene la curva; el número de ondulaciones cambia según sean los valores que se le den al deslizador numérico, y sus límites van de acuerdo con el valor mínimo (0) y máximo (10) del mismo deslizador numérico.

La profundidad está dada por un multiplicador de la función trigonométrica —un número entero—, lo que hace que las ondulaciones sean de más distancia según sea el valor dado en el deslizador numérico.

Se puede dar una oposición (*sí-no*) mediante la repetición en espejo del perfil lateral, lo que genera el inverso de las ondulaciones de la curva original implicando la posibilidad de crear superficies planas, de curvatura simple o de doble curvatura, esta última dada por el funcionamiento de la oposición con curvatura (figura 15).

**Posición relativa**

La superficie original o la réplica escalada (variación de tamaño) se pueden orientar en dirección vertical y horizontal, primero en el plano x-y (vertical) (0-90°), generando un duplicado que se puede visualizar en tiempo real para ver las variaciones con relación a la original; teniendo en cuenta este giro se puede hacer un segundo que va sobre el eje x-z (horizontal) (0-90°), es decir, está referenciado por la rotación anterior. Para determinar el ángulo de cada una de las rotaciones se referencia  $2(\pi)$  como 360° (figura 16).

**Mallado**

Teniendo la superficie creada es posible generar divisiones sobre la misma de forma reticular, esto se puede realizar por medio de un componente que divide de forma horizontal y vertical la superficie sin importar su curvatura, y que puede ser controlado de forma independiente o uniforme en los dos sentidos; esto permite tener subsuperficies independientes que, en conjunto, van a mantener la forma original.

La *frecuencia* de la subdivisión varía de igual forma para las subsuperficies y la configuración estructural ya que estas están ligadas al mismo controlador, la estructura parte de los vértices de cada una de las subsuperficies, es decir, siempre tendrán el mismo número de repeticiones, las cuales van de acuerdo con el número que se quiera en UV de la superficie original.

La *geometría* se divide en uniforme o no uniforme; la uniforme (malla UV, malla hexagonal, malla triangular) la constituyen grillas de geometrías que varían su tamaño y su *frecuencia*; la no uniforme está constituida por geometrías basadas en puntos aleatorios que al unirse con líneas crean formas irregulares, estas pueden variar su forma, frecuencia y tamaño de acuerdo con la ubicación de puntos guía sobre el espacio de la superficie (Voronoi, Delaunay) (figura 17).

**Configuración 3D**

Teniendo las divisiones es posible formar un mallado tubular siguiendo las líneas que dividen la superficie, lo que da la primera opción de configuración estructural que sería en dos direcciones; para una tercera dirección —separación interna (0-1m)— se maneja como una distancia en paralelo de la configuración estructural, se da en un duplicado de la estructura original con un comando “mover” en el eje Y que es paralelo a las normales de la superficie original, la distancia es controlable en metros por un deslizador numérico.

El enlace entre capas se logra mediante una explosión de las curvas para obtener los puntos finales e iniciales de las de división, y sobre estos se trazan las líneas de unión. La *geometría* puede implicar uniones *directas* entre los puntos nodales que la conforman, o *cruzadas*, que se obtienen cambiando el punto final o inicial de las curvas (figura 18).

**Sección estructural**

Las secciones varían su *geometría* (*s1, s2, s3, s4, s5*) utilizando perfiles convencionales prediseñados dentro de la aplicación Structural Drawing<sup>6</sup>, donde se pueden determinar las dimensiones de cada perfil de acuerdo con las opciones de cada componente; dentro de las variables por controlar en el perfil se puede cambiar su altura, ancho y el tamaño del vacío interior.

El *espesor* está determinado por una variable en el perfil que determina el ancho del mismo dentro de un rango específico (0-1/2”). Las *dimensiones* de cada sección están dadas de manera integrada con el componente, se utiliza un deslizador para cada uno que toma el valor en pulgadas de cada medida (0-10 cm) (figura 19).

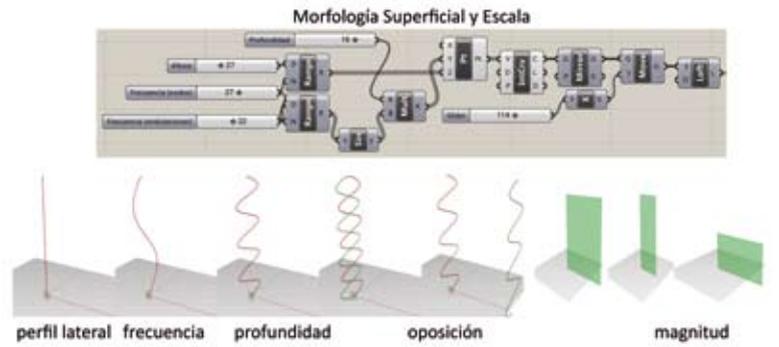


Figura 15. Morfología superficial y escala.

Figura 16. Posición relativa.

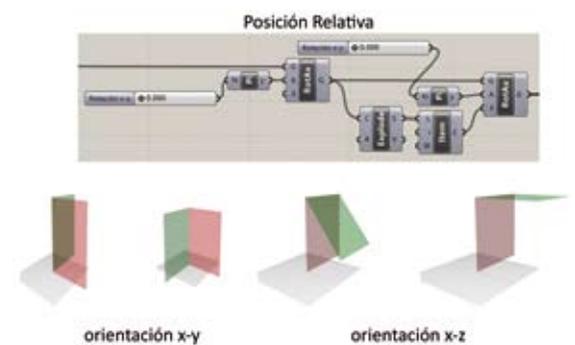
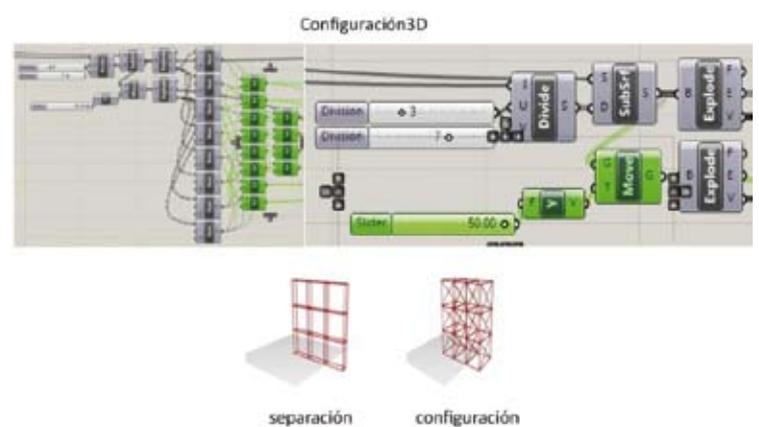
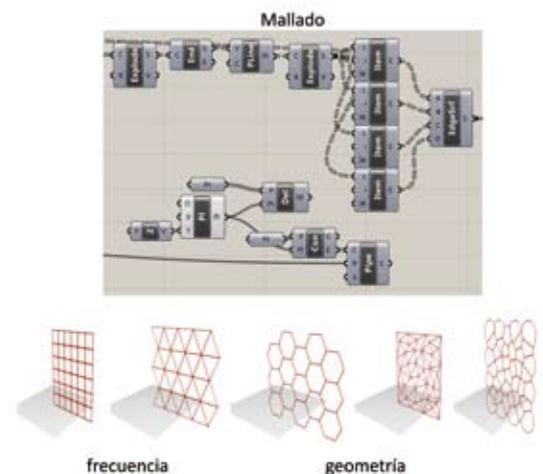
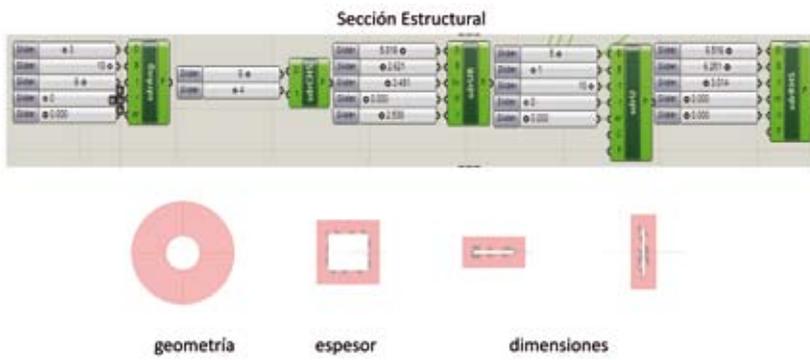


Figura 17. Mallado.

Figura 18. Configuración 3D.



6 <http://ssi.wikidot.com/summary>

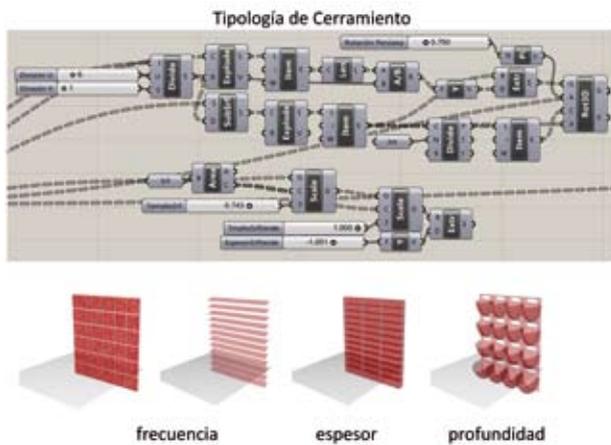


Tipología de cerramiento

En la configuración superficial se presentan dos opciones, una está dada por la superficie original, la segunda por un sistema no coplanar (persiana). Para la definición de este sistema se subdividió cada una de las subsuperficies con líneas que tienen una extrusión en el eje y, que dan al exterior de las superficies, estas tienen un *espesor* que es una extrusión en dirección a las normales de las mismas (0-20 cm), y una rotación para cerrar o abrir el sistema. En la definición del sistema la extrusión de la línea está directamente ligada con la *frecuencia* (1-10) de las superficies para que en caso de cerrarse no se superpongan una con otra ni queden espacios vacíos.

Figura 19. Sección Estructural

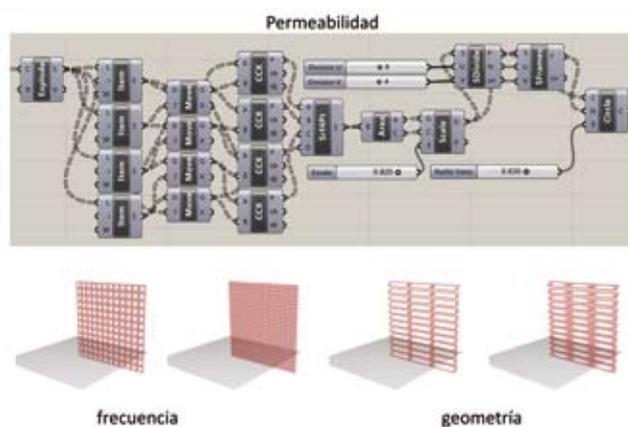
Figura 20. Tipología de cerramiento



Dentro de las subsuperficies se genera una escala proporcional desde el centro del área para crear unos recuadros que tienen extrusión hacia el exterior —*profundidad* (0-50 cm)—, estos paneles son los que se utilizarán dentro de los sistemas de verdeo (paneles verdes); la extrusión es controlable con un deslizador numérico y la orientación depende del eje hacia donde van la extrusión y la dirección, i.e., valor numérico positivo o negativo.

El otro sistema de verdeo está dado por una definición de bolsillos, contenedores de material vegetal; en esta parte se determinaron las variables que tiene el sistema como el ancho del bolsillo, su rotación y las características del vano, además de su frecuencia (figura 20).

Figura 21. Permeabilidad



Permeabilidad

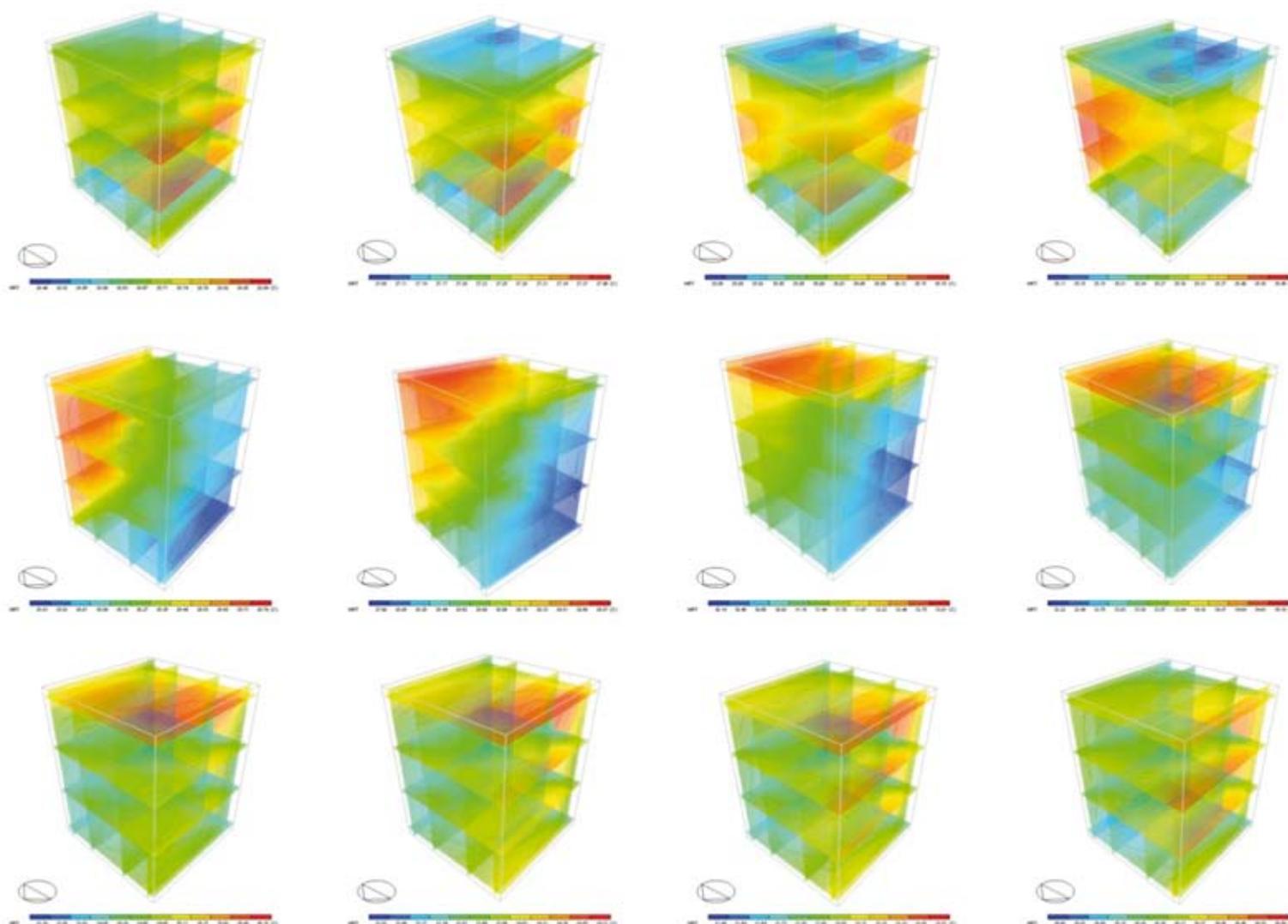
La *frecuencia* en la permeabilidad está dada por el número de puntos que están en una escala de las subsuperficies —este número es controlable (0-10)—, en las curvas UV pueden ser igualmente independientes o uniformes.

La *geometría* está formada con base en los puntos con unas circunferencias, las cuales pueden ser reemplazadas por polígonos que varían su número de lados (figura 21).

GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE CONFIGURACIONES DE FACHADA PARA GIRARDOT

El propósito primordial de las exploraciones propuestas es la producción de nueva información obtenida de su análisis y evaluación, donde el reto más importante está en definir los mecanismos para interpretar e integrar de manera objetiva los resultados de las valoraciones o pruebas de desempeño realizadas. Aunque el modelo se basó en preevaluaciones estructurales, térmicas y de ciclo de vida para la selección de reglas y parámetros generales, en esta primera fase de la investigación se realizaron exclusivamente simulaciones digitales de comportamiento térmico de las configuraciones de diseño generadas (figura 22).

De acuerdo con lo anterior, se generaron configuraciones doble capa utilizando tipologías de cerramiento con paneles y bolsillos verdes en el exterior, y configuraciones superficiales y no coplanares en cerramientos exteriores e interiores, estos últimos permitiendo apertura total para ventilación cruzada nocturna. Se realizaron 48 evaluaciones utilizando un módulo de prueba cúbico de tres metros de lado, con el ánimo de comparar resultados de estas simulaciones con



resultados de una estructura real en construcción. Las evaluaciones fueron realizadas para el día más caliente del año (21 de julio), el menos caliente (21 de noviembre), y un día promedio, durante seis horas del día (9 a.m., 12 m., 3 p.m., 6 p.m., 9 p.m., 12 a.m.). Teniendo en cuenta que en estas evaluaciones el tipo de materiales empleados tiene tanta o mayor importancia que la configuración física escogida, los materiales seleccionados para las configuraciones en las pruebas se basaron en estudios previos para construcciones en Girardot con metodología LCA, donde materiales locales como fibrocemento, paneles plásticos con especies nativas, bloques ligeros de ladrillo y guadua laminada obtuvieron las mejores calificaciones. De estas evaluaciones realizadas sobre el módulo de prueba las configuraciones más prominentes fueron tres: cerramientos exteriores con elementos no coplanares en guadua laminada y cerramiento interior en elementos cerámicos (mejoramiento térmico de hasta 11,5 °C en Tmax, desfase de 9 horas y un promedio -5 °C en el día); cerramiento exterior en paneles plásticos con vegetación nativa y elementos interiores obteniendo los mismos resultados, y cerramientos exteriores en ladrillo con caolín, con coloración clara y el mismo cerramiento interior (mejoramiento térmico de hasta 11,5 °C en Tmax con desfase de 9 horas y un promedio de -5,1 °C en el día) (figura 23).

Como aplicación particular se escogió la fachada del edificio de la sede de la Universidad Piloto de Colombia en Girardot. En el momento la fachada existe como una construcción en bloque pañetado y grandes ventanales en vidrio, requiriendo el uso de sistemas activos de enfriamiento (aire acondicionado) para lograr condiciones mínimas de confort en su interior. Usando el modelo paramétrico anteriormente descrito, y guiados por los resultados de las evaluaciones realizadas, se generaron quince posibilidades de configuración, que fueron estudiadas en términos de su pertinencia y flexibilidad para correr simulaciones digitales de su desempeño como proveedoras de condiciones de confort al interior del edificio, siempre evitando el uso de sistemas activos. Los resultados fueron comparados con los de la configuración existente, demostrando significativas mejoras (figura 24).

## CONCLUSIONES

Este documento presentó un caso particular donde las definiciones paramétricas y simulaciones de desempeño se han utilizado como herramientas para el desarrollo de un proyecto de investigación que busca soluciones adecuadas para envolventes arquitectónicas en climas cálidos-húmedos. El trabajo implicó estudios bibliográficos previos y el desarrollo de un modelo

Figura 22.

Evaluaciones de comportamiento térmico para módulo de prueba en Girardot; en la imagen se observa el comportamiento cambiante durante el día 21 de julio para configuración de doble capa con paneles verdes exteriores y cerramiento superficial en ladrillo interior.

Los colores rojos representan las más altas temperaturas relativas, los azules las mínimas.

Es evidente el calentamiento de la superficie horizontal (cubierta) y los muros con incidencia solar directa (orientado y occidental), las simulaciones definieron cuáles sistemas implicaban menor transmisión térmica al interior del espacio.

PARÁMETROS GENERALES

Mallado Uniforme

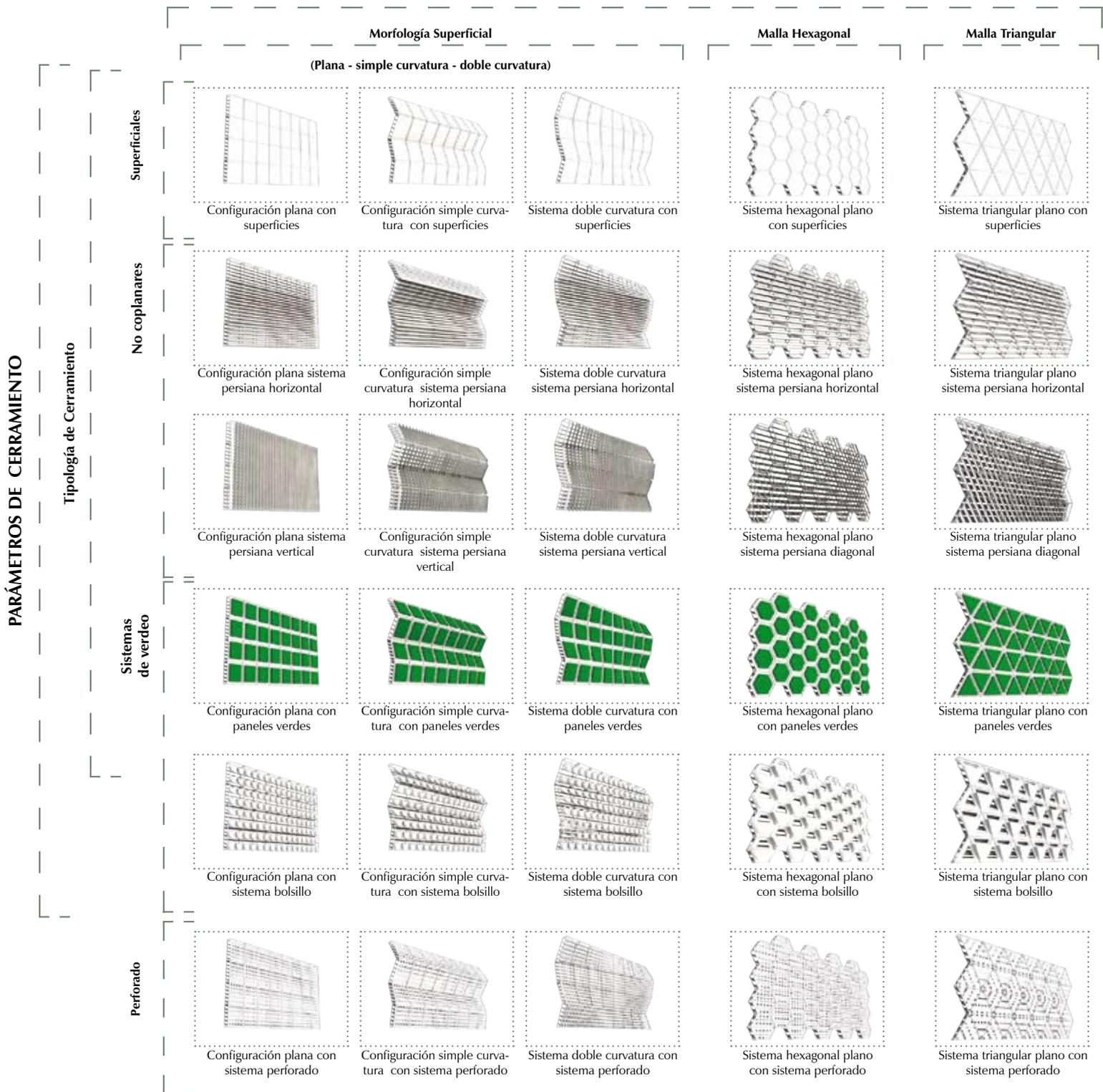
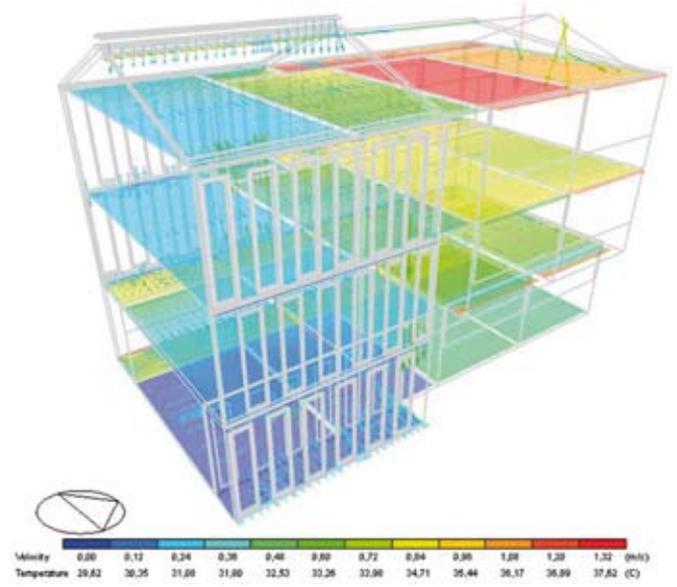


Figura 23. Configuraciones generadas de acuerdo con preevaluaciones para Girardot.

paramétrico que incluye la selección de parámetros de diseño directamente relacionados con datos geométricos, su traducción en categorías, la definición de instancias variables y sus rangos de valores. Los parámetros, las variables y los valores propuestos se basaron en revisiones de la literatura y en preevaluaciones de aspectos funcionales, tecnológicos y ambientales. En el proceso académico, la modelación digital tridimensional de proyectos arquitectónicos —llegando esta a la escala del detalle constructivo— demostró ser bastante útil como instrumento de conocimiento y análisis proyectual. Al mismo tiempo, el uso de herramientas de simulación generó nuevos cono-

cimientos y permitió la comprobación de supuestos basados en la literatura.

Como conclusiones específicas relativas al modelo paramétrico desarrollado podríamos decir que permite la generación de una gran variedad de configuraciones viables, evidenciando la utilidad de esta herramienta en el proceso de diseño. Por otro lado, las configuraciones generadas que fueron analizadas probaron superar a las tradicionales en su desempeño funcional, particularmente en términos de la provisión de confort al interior de los edificios cubiertos por ellas. Aun así, es claro que todavía existe un amplio margen para desarrollar la estructura y el modelo



propuesto para la generación y evaluación de los diseños realizados en el marco de la presente investigación, lo cual hace necesaria una segunda fase del proyecto donde se experimente un mayor número de posibilidades y se realicen prototipos físicos para confrontar resultados de simulaciones digitales con mediciones reales.

En términos generales, como aporte principal, el estudio presenta y valida una metodología que, entendida como parte de tantas propuestas similares del tipo “generación, evaluación, análisis” apoyadas en herramientas digitales, puede ayudar a la construcción de nuevos y más eficientes procesos de investigación y diseño en nuestro medio académico y profesional. El campo potencial para la aplicación de estas metodologías de diseño e investigación radica en la solución de problemas complejos pero con capacidad de ser descritos y evaluados por medio de estructuraciones de datos objetivos (información numérica), tales como problemas de configuraciones espacio-funcionales a nivel urbano, arquitectónico o técnico.

### CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

Las formulaciones aquí propuestas se desprenden del proyecto de investigación Eco-envolventes, soportado por los programas de Arquitectura, Ingeniería Civil y Administración y Gestión Ambiental de la Universidad Piloto de Colombia.

Este trabajo ha sido posible gracias a la asesoría técnica de la empresa Voxel S.A.S. bajo la dirección de Leonardo Velasco, distribuidores y entrenadores autorizados del software *Rhinceros 3d* y Plug-ins asociados, actualmente en convenio interinstitucional con la Universidad Piloto de Colombia.

Figura 24.

Visualización y simulación de temperatura y fluido-dinámica de edificio de aulas en la Universidad Piloto sede Girardot.

La simulación muestra volumen en la parte izquierda con fachada propuesta (elementos modulares de cerámica y pared interior de ladrillo), y en la parte derecha con la fachada existente; la diferencia de temperaturas internas se aproxima a los 3 °C (en la imagen, 21 de julio a las 12 m).

### REFERENCIAS

- Hausladen, G. (2008). *Climate Skin: Building-skin Concepts that Can Do More with Less Energy*. Munich: Birkhäuser.
- Knaack, U. et al. (2007). *Facades, Principles of Construction*. Basel: Birkhauser.
- Velasco, R. (2011). Sobre el uso de herramientas digitales dentro de la formación profesional en arquitectura. *Alarife Revista de Arquitectura*, 1 (11), pp. 60-71.
- Woodbury, R. (2010). *Elements of Parametric Design*. New York: Routledge.
- REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS (APOYO A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN)
- Crawford, S. (2010). A breathing building skin. *Proceedings of the 30th annual conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture ACADIA*. New York, pp. 211-217.
- Gero (eds.). *CAAD Futures'07*, 237-250. Recuperado de Springer.
- Hensel, M. y Menges, A. (2006). *Morpho-ecologies*. London: Architectural Association.
- Herzog, T., et al. (2004). *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhauser.
- Holzer, D., Hough, R. y Burry, M. (2007). Parametric Design and Structural Optimisation for Early Design Exploration. *International Journal of Architectural Computing*, 5 (4), 626-643.
- Knaack, U. et al. (2008). *The Future Envelope*. Amsterdam: IOS Press.
- Leighton, M. and Bader, S. (2010). Responsive shading - Intelligent façade systems. *Proceedings of the 30th annual conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture ACADIA*. New York, pp. 263-269.
- Menges, A. (2010). Material information: integrating material characteristics and behaviour in computational design for performative wood construction. *Proceedings of the 30th annual conference of the Association of Computer Aided Design in Architecture ACADIA*. New York, pp. 151-157.
- Oxman, R. (2008). Performance-based Design: Current Practices and Research Issues. *International Journal of Architectural Computing*, 6 (1), 1-17.
- Schein, M. and Tessmann, O. (2008). Structural Analysis as Driver in Surface-Based Design Approaches. *International Journal of Architectural Computing*, 6 (1), 19-39.
- Schittich, C. (ed.) (2006). *Building Skins*. Munich: Birkhauser.
- Schnabel, M. A. (2007). *Parametric Designing in Architecture*. A. Dong, A. Van de Moere.

- Ⓐ Los artículos postulados deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Como punto de referencia se pueden tomar las tipologías y definiciones del Índice Bibliográfico Nacional, Publindex, para los artículos tipo 1, 2 y 3 que se describen la continuación:

- 1) Artículo de investigación científica y tecnológica: documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.
- 2) Artículo de reflexión: documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva

analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo fuentes originales.

- 3) Artículo de revisión: documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

También se pueden presentar otro tipo de documentos diferentes a los anteriormente descritos como pueden ser: artículo corto, reporte de caso, revisión de tema, documento resultado de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, cartas al editor, traducción, documento de reflexión no derivado de investigación, reseña bibliográfica así como proyectos de arquitectura o urbanismo, entre otros.

## Ⓐ INSTRUCCIONES PARA POSTULAR ARTÍCULOS

Presentar el artículo mediante comunicación escrita dirigida al Editor de la *Revista de Arquitectura* en soporte digital y una copia impresa (si es local), adjuntando hoja de vida del autor (diligenciar el formato RevArq FP01 Hoja de Vida\*). En la comunicación escrita el autor debe expresar que conoce y acepta la política editorial de la *Revista de Arquitectura*, y cede todos los derechos de reproducción y distribución del artículo. (RevArq FP05 Carta de originalidad\*).

Los artículos deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En la primera página del documento se debe incluir

**TÍTULO:** en español e inglés y no exceder 15 palabras.

**SUBTÍTULO:** opcional, complementa el título o indica las principales subdivisiones del texto.

**DATOS DEL AUTOR O AUTORES:** Nombres y apellidos completos, filiación institucional. Como nota al pie: formación académica, experiencia profesional e investigativa, publicaciones representativas y correo electrónico o dirección postal. El orden de los autores debe guardar relación con el aporte que cada uno hizo al trabajo.

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:** En la introducción describir brevemente el marco investigativo del cual es producto el artículo y diligenciar el formato (RevArq FP02 Info Proyectos de Investigación\*).

**RESUMEN:** Debe ser analítico, se redacta en un solo párrafo, da cuenta del tema, el objetivo, los puntos centrales y las conclusiones, no debe exceder las 150 palabras y se presenta español e inglés (Abstract).

**PALABRAS CLAVE:** Cinco palabras o grupo de palabras, ordenadas alfabéticamente y que no se encuentren en el título o subtítulo, deben presentarse español e inglés (Key words), estas sirven para clasificar temáticamente al artículo. Se recomienda emplear principalmente palabras definidas en el tesoro de la UNESCO <http://databases.unesco.org/thessp/> o en el tesoro de Arte & Arquitectura© [www.aatespanol.cl](http://www.aatespanol.cl)

- La segunda página y siguientes deben tener en cuenta estas recomendaciones:

El cuerpo del artículo generalmente se divide en: Introducción, Metodología, Desarrollo, Resultados y Discusión, y finalmente Conclusiones, luego se presentan las Referencias bibliográficas, Tablas, Leyendas de las Figuras y Anexos.

**TEXTO:** Las páginas deben venir numeradas, a interlineado doble en letra de 12 puntos, la extensión de los artículos debe estar alrededor de 5.000 palabras (20 páginas, incluyendo gráficos, tablas, etc.) y se debe seguir el estilo vigente y recomendado en el Manual para Publicación de la Asociación Americana de Psicología (APA). (Para mayor información <http://www.apastyle.org/>)

**CITAS Y NOTAS AL PIE:** Las notas aclaratorias o notas al pie, no deben exceder más de cinco líneas o 40 palabras, de lo contrario estas deben ser incorporadas al texto general. Cuando se realicen citas pueden ser, cita corta (con menos de 40 palabras) se incorpora al texto y puede ser: textual (se encierra entre dobles comillas), parafraseo o resumen (se escriben en sus propias palabras dentro del texto); cita textual extensa (mayor de 40 palabras) debe ser dispuesta en un renglón y un bloque independiente con sangrías y omitiendo las comillas, no olvidar en ningún caso la referencia del autor (Apellido, año, p. 00)

**REFERENCIAS:** como modelo para la construcción de referencias, se emplea el siguiente:

Libro

Autor -Apellidos-, A.A. -Nombres- (año de la publicación). *Título de la obra* (Edición). Ciudad: Editorial.

Capítulo de un libro

Autor, A.A., y Autor, B.B. (Año de la publicación). Título del capítulo. En A.A. Editor y B.B. Editor (Eds.), *Título del libro* (páginas del capítulo). Ciudad: Editorial.

Publicación seriada (Revista)

Autor, A.A., Autor, B.B., y Autor, C.C., (Año de la publicación, incluya el mes y día de la publicación para publicaciones diarias, semanales o mensuales). Título del artículo. *Título de la revista*, diario, semanario, *Volumen*, (Número), páginas.

Leyes decretos resoluciones etc

Ley, decreto, resolución, etc, número (Año, incluya el mes y día de la publicación). *Título de la ley, decreto, resolución*, etc. Título de la publicación oficialmente. Ciudad, País.

\*Todos los formatos, ayudas e instrucciones más detalladas se encuentran disponibles en la página Web de la *Revista de Arquitectura*.

## A CONTACTO

### DIRECCIÓN POSTAL:

Avenida Caracas N° 46 - 72. Universidad Católica de Colombia.  
Bogotá D.C.- Colombia  
Código postal: 111311

Centro de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura. CIFAR. Sede  
El Claustro. Bloque "L". 4 piso. Diag. 46ª No 15b - 10. (oficina)  
Arq. César Andrés Eligio Triana

Teléfonos: (057-1) 3277300 - 3277333 Ext. 3109 ó 5146

### CORREO ELECTRÓNICO:

revistadearquitectura@ucatolica.edu.co  
cifar@ucatolica.edu.co

### PÁGINA WEB:

www.ucatolica.edu.co Vinculo Publicaciones  
<http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/arquitectura/pages.php/menu/319320363/id/2363/content/revista-de-arquitectura/>

## A CANJE

La Revista de Arquitectura está interesada en establecer canje con publicaciones académicas, profesionales o científicas, del área de Arquitectura y Urbanismo.

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

## A PROCESO DE ARBITRAJE

## REVISTA DE ARQUITECTURA

Artículo que se encuentra en una revista publicada en internet

Autor, A.A. y Autor, B.B. (año - si se encuentra). Título del artículo. Título de la revista, volumen -si se encuentra, (número si se encuentra). Recuperado el día de mes de año, de URL.

**SIGLAS:** en el caso de emplear siglas en el texto, cuadros, gráficos y/o fotografías, se deben proporcionar las equivalencias completas de cada una de ellas en la primera vez que se empleen y encerrarlas entre corchetes [ ]. En el caso de citar personajes reconocidos se deben colocar nombres y/o apellidos completos, nunca emplear abreviaturas.

**GRÁFICOS:** las tablas, gráficos, figuras diagramas e ilustraciones y fotografías, deben contener el título o leyenda explicativa relacionada con el tema de investigación que no exceda las 15 palabras y la procedencia (autor y/o fuente, año, p.00). Se deben entregar en medio digital independiente del texto a una resolución mínima de 300 dpi (en cualquiera de los formatos descritos en la sección de fotografía), según la extensión del artículo, se debe incluir de 5 a 10 gráficos y su posición dentro del texto.

El autor es el responsable de adquirir los derechos y/o autorizaciones de reproducción a que haya lugar, para imágenes y/o gráficos tomados de otras fuentes.

**FOTOGRAFÍA:** pueden ser entregadas en original para ser digitalizadas, de lo contrario se deben digitalizar con una resolución igual o superior a 300 dpi para imágenes a color y 600 para escala de grises. Los formatos de las imágenes pueden ser TIFF, PSD o JPG.

**PLANIMETRÍA:** sSe debe entregar la planimetría original en medio digital en lo posible en formato CAD y sus respectivos archivos de plumas o en PDF. De no ser posible se deben hacer impresiones en tamaño carta con las referencias de los espacios mediante numeración y lista adjunta. Deben poseer escala gráfica, escala numérica, norte, coordenadas y localización. En lo posible no debe tener textos, achurados o tramas.

Para más detalles puede consultar el documento RevArq Parámetros para Autores Descripción en el portal web de la Revista de Arquitectura. ([www.ucatolica.edu.co](http://www.ucatolica.edu.co))

El Comité Editorial de la Revista de Arquitectura es la instancia que decide la aceptación de los artículos postulados, el editor selecciona y clasifica, solo los artículos que cumplen con los requisitos establecidos en las instrucciones para los autores:

Todos los artículos se someterán a un primer dictamen del Comité Editorial teniendo en cuenta:

- Afinidad temática y relevancia del tema.
- Respaldo investigativo.

Después de la preselección se asignan pares evaluadores especializados, y se empleará método doble ciego y el formato (RevArq FP10 Evaluación de artículos calidad); del proceso de arbitraje se emitirá alguno de estos conceptos que serán reportados al autor:

- Aceptar el artículo tal como fue entregado.
- Aceptar el artículo con algunas modificaciones: se podrá sugerir la forma más adecuada para una nueva presentación, para lo cual el autor puede o no aceptar las observaciones, de ser así cuenta con quince días hábiles para realizar los ajuste pertinentes.
- Rechazar el artículo: en este caso se entregara al autor un comunicado, evidenciado la razón de la negación de publicación.

El Comité Editorial se reserva el derecho de aceptar o no la publicación del material recibido. También se reserva el derecho sugerir modificaciones de forma y de someterlo a de corrección de estilo.

Cuando un artículo es aceptado para su publicación, los derechos de reproducción y divulgación son de la Universidad Católica de Colombia, lo cual se hará mediante la firma de cesión de derechos. (RevArq FP03 Autorización reproducción articulo)

### NOTAS ACLARATORIAS:

Aunque la recepción del material se notificara de inmediato por medio correo electrónico, los procesos de evaluación, arbitraje, edición y publicación pueden tener un plazo máximo de doce meses.

El Editor de la Revista de Arquitectura es el encargado de establecer contacto entre los autores, árbitros, evaluadores y correctores, ya que estos procesos se realizan de manera anónima.

Aunque un artículo sea aceptado podrá quedar aplazado para ser publicado en una próxima edición.

**PÁG. 04** ● **EL DESEO DE MODERNIDAD EN LA BOGOTÁ REPUBLICANA**

UN EJERCICIO SOBRE COMUNICACIÓN Y CIUDAD  
THE DESIRE OF MODERNITY IN ARCHITECTURE AND CITY AT THE REPUBLICAN BOGOTÁ  
AN EXERCISE IN COMMUNICATION AND REPUBLICAN CITY

JUAN CARLOS PÉRGOLIS

**PÁG. 13** ● **PAISAJES IMAGINARIOS DEL TIEMPO**  
ENTRE PÁRAMOS Y PUEBLOS ANDINOS DE VENEZUELA

IMAGINARY LANDSCAPES OF THE TIME  
BETWEEN MOORS AND ANDEAN TOWNS OF VENEZUELA

LUZ PARGAS L.

**PÁG. 23** ● **LAS FORMAS URBANAS COMO MODELO**  
LA PLANIFICACIÓN Y LA URBANIZACIÓN DE VIVIENDA COMO AGENTES DE CAMBIO EN LA FORMA DEL TEJIDO DE LA CIUDAD, BOGOTÁ 1948-2000

URBAN FORMS AS MODEL  
THE PLANNING AND THE HOUSING URBANIZATION LIKE EXCHANGE BROKERS IN THE FORM OF THE FABRIC OF THE CITY, BOGOTÁ 1948-2000

ÁLVARO JAVIER BOLAÑOS PALACIOS

**PÁG. 38** ● **LA SINESTESIA EN LAS TERMAS DE PIEDRA**  
MONTAÑA – PIEDRA – AGUA

THE SYNTHESIS IN THE STONE THERMAL BATHS  
MOUNTAIN – STONE – WATER

SANDRA ACOSTA GUACANEME

**PÁG. 46** ● **FLEXIBILIDAD Y MALEABILIDAD DE LOS OBJETOS DE DISEÑO EN TRES CENTROS COMERCIALES DE CALI**

FLEXIBILITY AND MALLEABILITY OF DESIGN OBJECTS IN THREE SHOPPING MALLS IN CALI

CÉSAR EDUARDO IBÁÑEZ FERNÁNDEZ  
JOAQUÍN LLORCA FRANCO

**PÁG. 55** ● **EL TEMA DE LA RAZÓN EN LAS TEORIZACIONES DE LA ARQUITECTURA MODERNA**

UN RECORRIDO POR TEXTOS DE VIOLLET-LE-DUC, LE CORBUSIER Y SARTORIS

THE THEME OF REASON IN THE MODERN ARCHITECTURE THEORIZING TOUR THROUGH THE TEXTS OF VIOLLET-LE-DUC, LE CORBUSIER AND SARTORIS

JIMENA PAULA CUTRUNEO

**PÁG. 66** ● **LE CORBUSIER: LA ARQUITECTURA COMO PROYECTO DE MUNDO**

APROXIMACIÓN A UNA FILOSOFÍA DE LA ARQUITECTURA

LE CORBUSIER: ARCHITECTURE AS A PROJECT OF THE WORLD  
APPROACH TO A PHILOSOPHY OF ARCHITECTURE

VALENTINA MEJÍA AMÉZQUITA

**PÁG. 73** ● **CUALIFICACIÓN EN DISEÑO**  
ENTRE LA PROYECCIÓN Y LA FABRICACIÓN

DESIGN QUALIFICATION  
BETWEEN PROJECTION AND MANUFACTURE

GUSTAVO ALBERTO VILLA CARMONA

**PÁG. 80** ● **SOBRE MODELOS PEDAGÓGICOS Y EL APRENDIZAJE DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO**

ON PEDAGOGIC MODELS AND THE LEARNING OF THE ARCHITECTURAL PROJECT

GERMÁN DARÍO CORREAL PACHÓN  
HERNANDO VERDUGO REYES

**PÁG. 92** ● **DISEÑO DE ECO-ENVOLVENTES**

MODELO PARA LA EXPLORACIÓN, EL DISEÑO Y LA EVALUACIÓN DE ENVOLVENTES ARQUITECTÓNICAS PARA CLIMAS TROPICALES

DESIGN OF ECHO-ENVELOPES

MODEL FOR THE EXPLORATION, THE DESIGN AND THE EVALUATION OF ENCIRCLING ARCHITECTURAL FOR TROPICAL CLIMATES

RODRIGO VELASCO

DANIEL ROBLES

**PÁG. 106** ● **AGLOMERANTES, MORTEROS Y APLANADOS ADECUADOS PARA PROTEGER EL MEDIOAMBIENTE**

BINDERS, MORTARS AND PLASTERS APPROPRIATE TO PROTECT THE ENVIRONMENT

ALBERTO CEDEÑO VALDIVIEZO

**PÁG. 118** ● **SISTEMAS DE DISEÑO PARA LA VIVIENDA**

SYSTEMS OF DESIGN FOR HOUSING

CARLOS CÉSAR MORALES GUZMÁN

CULTURA Y ESPACIO URBANO  
CULTURE AND URBAN SPACE

PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO  
ARCHITECTURAL AND URBAN PROJECT

TECNOLOGÍA MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD  
TECHNOLOGY, ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY

Universidad Católica de Colombia  
Facultad de Arquitectura

Reacreditación de alta calidad otorgada al Programa de Arquitectura por el Ministerio de Educación Nacional. Resolución 3339 de abril 25 de 2011

Validación internacional del Programa de Arquitectura otorgada por el Royal Institute of British Architects, RIBA



La Revista de Arquitectura está presente en:

