

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

Código del proyecto:			
Título del proyecto: ESTRATEGIAS DE MODELADO Y SIMULACIÓN INTEGRADA DIGITAL PARA EL DISEÑO URBANO ENFOCADO EN CONFORT TÉRMICO			
Facultad o Instituto Académico: Facultad de Artes Integradas			
Departamento o Escuela: Escuela de Arquitectura, Departamento de Proyectos			
Grupo (s) de investigación: Hábitat y Desarrollo Sostenible, Representación en Arquitectura			
Entidades:			
Palabras claves: diseño urbano, digital, simulación, confort térmico			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Oswaldo López Bernal	495	495
Coinvestigadores	Rodrigo Vargas Peña	385	385
Asistentes de investigación	de Gustavo Bonilla	0	220
Monitores de investigación	de William Fonseca Gómez	0	440
	Juan Pablo Umaña	0	440

2. RESUMEN EJECUTIVO:

Se espera que describa el proyecto, planteamiento del problema, objetivos, metodología, principales resultados obtenidos y las conclusiones. La extensión debe ser de máximo de 500 palabras (en español y en inglés).

La formulación de metodologías de diseño urbano con énfasis en el confort térmico mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos,

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.



resulta de sumo interés al enfrentar uno de los principales problemas urbanos, como son los asentamientos informales o ilegales en Colombia, Latinoamérica y en general, en los países subdesarrollados. Los asentamientos informales se refieren a aquella "otra" ciudad que por lo menos en Colombia tiene implicaciones en la memoria local y nacional, no solo por la extensión del fenómeno, sino porque estos asentamientos se caracterizan por situaciones de marginalidad y exclusión que usualmente desembocan en situaciones de extrema violencia.

Esta investigación se desarrolló desde la óptica de los estudios exploratorios, definiendo criterios metodológicos para el análisis del confort térmico de la ciudad informal como objeto del conocimiento ante la ausencia de un sistema territorial urbano. Metodológicamente se desarrolla un estudio de caso en una ciudad intermedia del Valle del Cauca, reforzando el carácter exploratorio, al partir del análisis de unas condiciones concretas que se dan en este escenario. A través del diseño urbano, se busca la manera de transformar la realidad precaria de los asentamientos, en escenarios que mejoren los indicadores de sostenibilidad territorial. Para este fin se propuso la realización de simulaciones de confort térmico de diversos espacios públicos en los asentamientos urbanos informales estudiados, en el Laboratorio de Modelado y Simulación Bioclimática en Arquitectura y Urbanismo de la Escuela de Arquitectura.

Esta investigación enfrenta uno de los principales problemas urbanos como es la desmarginalización de barrios informales en ciudades intermedias. La ciudad informal o también llamada asentamiento subnormal, es producto de la falta de planificación y gestión urbana por parte de las administraciones municipales; problema que tiene relación directa con la carencia de oportunidades por parte de la población de escasos recursos para acceder a programas de vivienda formal con todas las condiciones urbanísticas necesarias. Este fenómeno se repite principalmente en los países en vías de desarrollo. Los estudios muestran que la informalidad urbana en vez de disminuir, cada día tiende a aumentar.

Esta investigación se enfocó en resolver la carencia de espacios públicos de calidad, en los asentamientos informales urbanos, los cuales se conforman de manera espontánea, siendo en muchos casos el único espacio urbano resultante, el cual recibe todo el peso de la actividad pública (de reunión, recreación, expresión cultural y lamentablemente, de conflicto). Estos lugares se convierten en espacios urbanos residuales, violentos y con mala calidad físico espacial y que no responden a las necesidades sociales ni de confort ambiental urbano, que en últimas terminan afectando la vivienda y la calidad de vida de la población que habita estos asentamientos.

El entorno urbano de los asentamientos informales carece de calidad físico espacial como resultado de procesos de urbanización informal que no contemplan criterios de diseño urbano ni factores climáticos entre ellos el de mayor relevancia en nuestro medio geográfico como es el confort térmico. Como consecuencia, el espacio público resultante no satisface las demandas sociales (cohesión, recreación, disfrute, Etc.), propios de la población en la ciudad informal. Para tal fin se exploran opciones metodológicas de diseño urbano, el cual es considerado como la disciplina que pre-concibe la forma y características del espacio público, a partir de criterios físicos, estéticos, y funcionales. El diseño urbano así concebido busca mejorar las condiciones de confort térmico y la calidad físico espacial del espacio público objeto de este estudio, el cual presenta serios problemas por baja calidad constructiva y discomfort climático general.

3. SÍNTESIS DEL PROYECTO:

En una extensión máxima de 5 páginas, se debe mostrar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y debe incluir:



El entorno urbano en los asentamientos informales carece de calidad físico-espacial como resultado de la naturaleza espontánea de su definición, que raramente considera los factores climáticos como parámetros conscientes de diseño. Se resalta entre ellos el confort térmico, de significativa relevancia en nuestro medio geográfico. Como consecuencia, los escenarios resultantes no satisfacen las demandas sociales comúnmente asociadas al espacio público en el contexto de la ciudad informal (cohesión, recreación, descanso, etc.). En estos sectores los espacios públicos a menudo se presentan como única oferta de recreación y reunión, dada la precariedad de las viviendas particulares y la gran dificultad de mejorarlas individualmente por parte del Estado.

I. Pregunta De Investigación: ¿Con la formulación de opciones metodológicas que aumenten la eficiencia en el proceso de diseño urbano mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos para la búsqueda de mayor confort térmico, sería posible incidir positivamente en las condiciones de calidad de vida de los habitantes de asentamientos informales, por medio de la mejora en la calidad físico-espacial de los espacios abiertos que constituyen el escenario para su potencial desarrollo socio-cultural como comunidad?

II. Hipótesis: A través de la formulación de metodologías de diseño urbano con énfasis en el confort térmico mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos, se incide positivamente en las condiciones de calidad de vida de la población asentada informalmente en la Ciudad, por medio de la mejora en la calidad físico-espacial de los espacios abiertos que constituyen el escenario para el potencial desarrollo socio-cultural de la comunidad.

III. Objetivo General: El objetivo central de esta investigación es formular metodologías de diseño urbano con énfasis en el confort térmico mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos. Mediante el uso de estas metodologías se espera incidir positivamente en las condiciones de calidad de vida de la población en asentamientos informales, por medio de la mejora en la calidad físico-espacial de los espacios abiertos que constituyen el escenario para el potencial desarrollo socio-cultural de la comunidad.

IV. Metodología Propuesta: Esta investigación se enmarca metodológicamente dentro de los estudios exploratorios. Autores como Hernández, Fernández y Baptista (2002) afirman que los estudios exploratorios se efectúan normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación que está poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se abordado antes. Tevni Grajales G. (2012) afirma que los estudios exploratorios permiten una aproximación a fenómenos desconocidos, con el fin de aumentar el grado de familiaridad y contribuyen con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular.

De manera general se puede señalar que la investigación propuesta asume un enfoque que articula la investigación cualitativa y cuantitativa. El objeto, objetivos y preguntas que la orientan exigen armonizar el trabajo documental con el trabajo de campo, mediante las técnicas cuantitativas y cualitativas. Se parte del hecho que esta investigación, desde su objeto de estudio es de tipo social, urbana y ambiental, lo cual implica tres dimensiones: descriptiva, analítica y propositiva sobre el tema de estudio, entendido como el mejoramiento del confort ambiental urbano en asentamientos informales.

V. Resultados Obtenidos:

1. En primer lugar, se definió un perfil de confort térmico y calidad físico espacial en los asentamientos urbanos informales en un estudio de caso de ciudad intermedia del Valle del Cauca, para el logro de este resultado se trabajó en 2 fases a saber:

Fase I, Definición de los Indicadores y estándares de calidad físico espacial y confort térmico a ser aplicadas en los asentamientos urbanos informales

En primera medida se procedió a identificar los indicadores de calidad físico espacial y confort térmico urbano que representan el estado de calidad ambiental urbana, para posteriormente definir, analizar y valorar cada indicador para el sistema en cuestión. En primera instancia se parte de construir un marco de referencia muy general determinando estándares de calidad de cada uno de los subsistemas; al final del diagnóstico se precisa el estado de la calidad físico espacial y comportamiento del confort térmico urbana del asentamiento analizado.

En segundo lugar, se definió los estándares los cuales son valores óptimos de calidad físico espacial y confort térmico a los cuales debe responder el sistema; estos estándares están relacionados directamente con los objetivos propuestos por los lineamientos de diseño urbano. Los indicadores se analizan y evalúan desde cada uno de los subsistemas propuestos dando como resultado un modelo sistémico, que garantiza la ponderación o evaluación desde cada una de las variables e indicadores de los subsistemas propuestos, así como sus posibles relaciones. En la tabla 1, se observa cómo se valora cada indicador, es importante resaltar que todos los indicadores se evaluarán en 5 rangos: crítico, malo, regular, bueno y óptimo. Así mismo, los valores de calificación cuantitativa serán aplicados a todos los rangos de manera igual asignando 1 para los valores óptimos hasta llegar al 0.2 para valores críticos.

Tabla 1, Ejemplo de valoración de un indicador.

VALORACION DEL INDICADOR	CONTINUIDAD DEL ANDEN	CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACION CUALITATIVA
CRITICO	Bloqueado	0.2	Definición cualitativa de cada nivel del indicador
MALO	Interrumpido	0.4	Definición cualitativa de cada nivel del indicador
REGULAR	Intermitente	0.6	Definición cualitativa de cada nivel del indicador
BUENO	Semi-continuo	0.8	Definición cualitativa de cada nivel del indicador
OPTIMO	Continuo	1	Definición cualitativa de cada nivel del indicador

Fase II: Definición del estado de la calidad ambiental urbana de un asentamiento

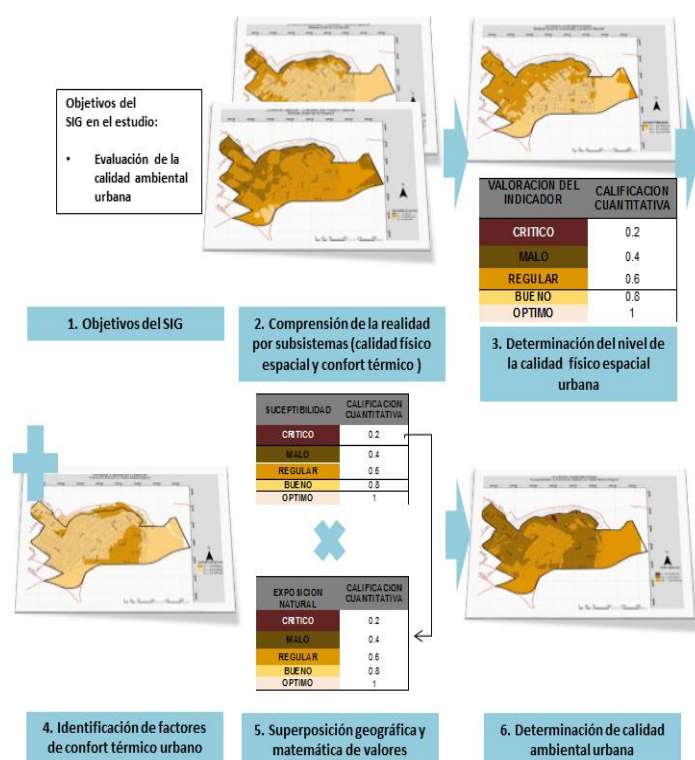
Posterior a la construcción de los indicadores donde se definió el estado de calidad físico espacial y confort térmico de un asentamiento informal, fue necesario agregar la implementación de un sistema de información geográfica (SIG), que a partir de la especialización de los indicadores permite tener una información alfa-numérica georreferenciada del sistema, dando como resultado una visión más real del estado del mismo en términos de calidad ambiental urbana. En el caso de estudio, se han efectuado dos modelaciones: una para el diagnóstico y otra para la simulación de los lineamientos implementados en el espacio urbano donde el sistema de información geográfica es la herramienta para determinar cuál modelo es el óptimo para describir la realidad urbana del barrio analizado y validar las propuestas de diseño bajo un modelo cartográfico y matemático.

Comentado [1]:



Para tal fin se han diseñado dos modelos cartográficos, figura 1 y figura 2, los cuales plantean dos formas de ir cruzando y analizando información por niveles de jerarquía. Estos modelos cartográficos son utilizados para esquematizar el uso de las funciones de un sistema de información geográfica, bajo una secuencia lógica en la solución de problemas espaciales complejos. Este modelo va cruzando información multivariada de cada uno de los subsistemas analizados; esto quiere decir que cada subsistema tendrá como primer resultado un plano de cruce de todos los indicadores analizados. La idea se basa en ir cruzando información cartográfica y numérica por cada uno de los indicadores especializados y valorados, hasta un punto donde resultan cuatro planos bases que representan la calidad físico espacial.

Figura 1. Modelo cartográfico a partir del cruce de variables georreferenciadas en el Sistema de información geográfica



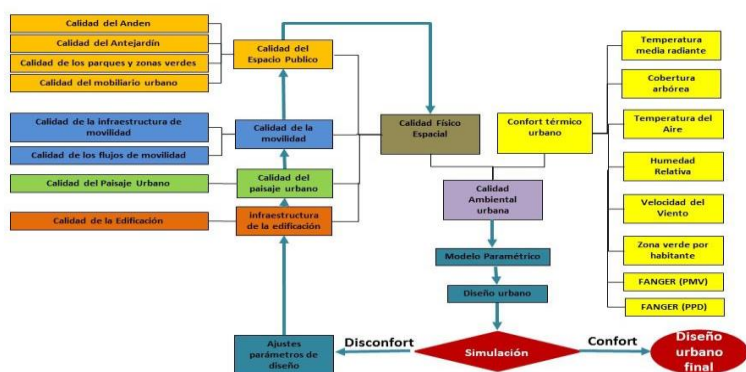
Fuente: Elaboración propia

Por último, se procede a cruzar estos cuatro planos resultantes dando la síntesis de la calidad físico espacial del entorno analizado. Así mismo, se analiza el confort térmico urbano donde se cruzan 8 planos de indicadores hasta que resulta el plano de confort térmico urbano.

En el último paso, se cruzan los planos síntesis de calidad físico espacial y confort térmico urbano y da como resultado el plano de calidad ambiental urbana. Este plano resultante es un mapa síntesis que muestra el estado general del sistema. La información georreferenciada se irá cruzando poco a poco por cada sub-sistema y con esta metodología se espera tener una comprensión integral del estado del sistema en términos de calidad físico espacial, como aparece en la figura 2. Es importante resaltar que al modelo cartográfico se le adicionan 3 procesos adicionales que son: el diseño del

modelo paramétrico, el diseño urbano para los espacios seleccionados y la simulación de confort mediante modelos paramétricos.

Figura 2. Modelo cartográfico de un sistema multivariado Barrio Madrigal



Fuente: Elaboración propia

2. En segundo lugar, como resultado del análisis se seleccionan de algunas zonas en el barrio Madrigal a partir del modelo cartográfico posteriormente se realiza el diseño urbano de diversos espacios públicos de los asentamientos informales con énfasis en el confort térmico mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y criterios del nuevo urbanismo. En esta etapa se seleccionaron 5 zonas críticas con problemas de confort térmico y con problemas de calidad físico espacial en el barrio Madrigal en Yumbo, como se observa en la figura 3, luego se realiza el diseño urbano de las mismas, para posteriormente hacer la simulación.

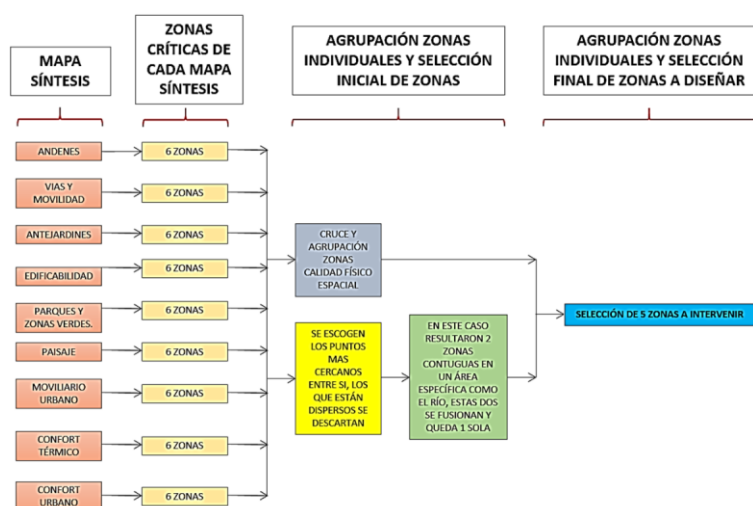
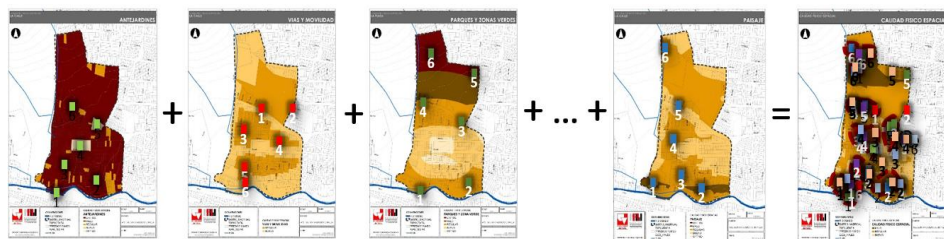


Figura 4. Selección de áreas a trabajar en diseño urbano mediante selección de áreas críticas en el barrio Madrigal de Yumbo.





Al final de esta etapa, se superponen varias áreas dando como resultado la selección de 5 áreas estratégicas localizados en las zonas donde se requiere una intervención para mejorar el confort térmico y la calidad físico espacial en el barrio Madrigal, como se observa en la Figura 5.

3. Como producto de esta fase se definió un modelo paramétrico para simular el confort urbano de diversos espacios públicos en los asentamientos urbanos informales. Esta fase consistió en desarrollar una herramienta digital en Rhino – Grasshopper para calcular el confort térmico de una zona urbana (para las 5 zonas seleccionadas en la fase anterior). Ésta herramienta digital calcula los factores de forma del espacio urbano teniendo en cuenta la teoría de transferencia de calor. El cálculo del factor de forma no se va a hacer de manera formal, en sustitución de esto, se empleó un método empírico basado en calcular la geometría y sus áreas en Grasshopper.

Fase III: Definición modelos paramétricos de diseño urbano

Desde el punto de vista tecnológico, el estudio se inscribe conceptualmente en el marco del denominado "Diseño Computacional", el cual surge como un concepto más avanzado en cuanto a la aplicación de las herramientas digitales a la representación y modelado (Menges, 2011). De acuerdo a este nuevo paradigma, la forma no se define directamente mediante procedimientos de diseño o modelado, sino que se genera a través de procesos algorítmicos expresados en rutinas de programación. Por consiguiente, lo representado no es el objeto en sí mismo sino el proceso de generación que le da forma.

Este proceso continúa siendo accesible al diseñador quien puede no solo editar cualquiera de sus parámetros de definición, sino que puede producir una cantidad indefinida de "instancias de diseño", distintas entre sí pero con un principio de generación común. De acuerdo con este nuevo paradigma, los procesos de diseño se basan en la generación de información que a su vez produce nueva información. En este caso específico, la información procedente del desempeño climático de los espacios intervenidos se debe traducir en parámetros de diseño enfocados en la optimización térmica de los entornos urbanos.

A partir de aquí se plantea un modelo paramétrico el cual va a contener los factores a utilizar para realizar el modelo, este modelo contiene indicadores de calidad físico espacial y confort térmico urbano, que sean modificables bajo parámetros del programa grasshopper y su plug-in (GECO), de análisis de confort térmico. Se trata de establecer los valores que serían modificables desde el diseño urbano para mejorar el confort urbano en un asentamiento y cumplan con el requisito de ser fácilmente modificables.

En este enfoque se estructuran dos componentes simultáneos del espacio público de los asentamientos informales, la mejora de la calidad físico espacial y el confort térmico desde el diseño urbano. Para tal fin se observa en los procesos de diseño, a nivel general, la construcción de información se basa en la alternación de tres etapas conforme a una secuencia más o menos lineal:

análisis – propuesta - evaluación. Conforme con esta lógica, los procesos de diseño urbano, se desarrollan con base en ciclos en los cuales las fases mencionadas se suceden teniendo como base una información de partida referida a las condicionantes y necesidades del grupo humano para el cual se diseña, este proceso se sintetiza en la figura 6. de la siguiente manera:

- **Instancia de análisis.** En la cual la información base se sistematiza y procesa para definir premisas de diseño urbano.
- **Instancia propositiva.** En la cual la intención creativa se define y se transforma en una propuesta morfológica, paisajística, materialidad, confort térmico, etc.
- **Instancia de evaluación.** En la cual la propuesta se evalúa por medios intuitivos y/o cualitativos y, dependiendo del resultado, se descarta, refina o aprueba generando eventualmente un nuevo ciclo. El producto, tras un determinado número de iteraciones del proceso es el diseño urbano definitivo.

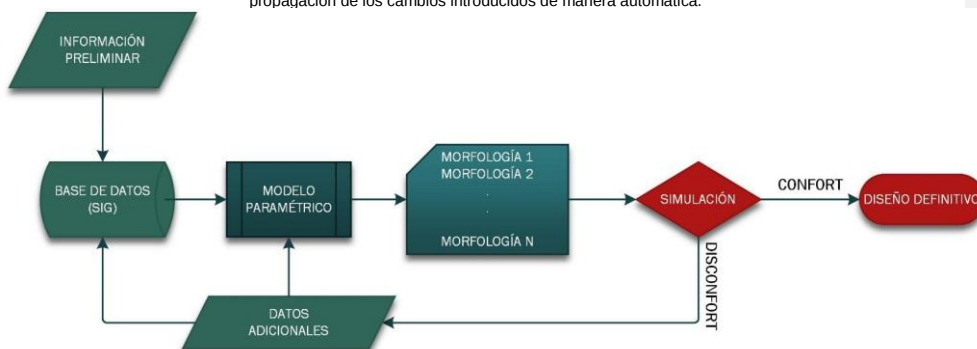
Figura 6. Diagrama proceso genérico de diseño.



Mientras que en las herramientas de modelado paramétrico el énfasis de los sistemas está puesto en la generación y control preciso y detallado de la geometría de los objetos modelados, en los sistemas de simulación la potencia de los computadores se concentra en la modelación de fenómenos naturales por medio de fórmulas matemáticas. De este modo, mientras que las herramientas de modelado 3D representan la realidad física de un objeto, los sistemas de simulación reproducen su comportamiento en términos de desempeño. Esta divergencia en los objetivos perseguidos determina las dificultades en la integración de herramientas de modelado y simulación, pues la mayor complejidad geométrica deseable en los modelos 3D con fines de visualización riñe con la necesidad de abstracción y simplicidad geométrica que permita el funcionamiento eficiente de los complejos algoritmos requeridos para simular fenómenos climáticos. Como consecuencia, en las iteraciones propias del diseño con énfasis en la búsqueda de confort térmico, los procesos de modelado geométrico y de simulación son procesos independientes. La dificultad en la edición de los modelos digitales 3D sugiere a menudo su reconstrucción total de una iteración a la siguiente. Como alternativa, el presente estudio propuso la exploración a partir de la integración de herramientas de modelado paramétrico, que permiten la edición rápida de modelos 3D, con plugins que facilitan bien sea la simulación directa de variables climáticas, o bien el tránsito expedito de datos hacia aplicaciones especializadas de análisis.

De manera particular se propuso la exploración de herramientas soportadas por la plataforma Rhinoceros-Grasshopper, que permite la edición paramétrica de objetos “NURBS”, con plugins del tipo *GECO*, *Heliotrope-Solar*, *Diva*, entre otros de reciente desarrollo. A partir de esta aproximación metodológica, enfocada específicamente en el procesamiento de datos relacionados con el confort térmico, los cuales retroalimentan el sistema de modelado paramétrico, se espera aumentar la eficiencia del proceso iterativo convencional de diseño, como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Diagrama de flujo para el proceso de diseño propuesto. Bajo esta aproximación, los procesos de simulación deben producir información que se reincorpora en el sistema de generación de geometría. La naturaleza del modelo paramétrico permite la propagación de los cambios introducidos de manera automática.



4. El resultado principal en esta fase fue valorar las capacidades, las medidas y las estrategias, que desde el diseño urbano ayuda a los asentamientos y sus comunidades cambiar con el fin de minimizar el impacto y las consecuencias derivadas de las amenazas naturales producto del cambio y la variabilidad climática. La adaptabilidad de un asentamiento se valora en dos oportunidades: primero, analizando el estado del mismo y su capacidad de adaptación con la infraestructura que cuenta hoy. Segundo, a partir de la propuesta de lineamientos de diseño urbano que, de manera simulada, plantean la intervención para mejorar la capacidad de adaptación frente a fenómenos climáticos.

Fase V. Definición de proyectos de diseño urbano en asentamientos informales

Con este procedimiento se deciden las operaciones urbanas y los proyectos estratégicos a desarrollar como resultado de los desbalances encontrados en el procedimiento del diagnóstico. Estos proyectos se concretan a través de los lineamientos de diseño urbano. Luego de decidir los proyectos estratégicos a desarrollar se simula nuevamente bajo el escenario intervenido para cada uno de los fenómenos climatológicos a fin de observar cómo responden los asentamientos en estas nuevas condiciones propuestas.

Existe una serie de investigaciones en el campo de la automatización del diseño y el modelado paramétrico, desarrolladas con base en las condiciones típicas de los asentamientos urbanos de viviendas de bajo costo, bien sean informales o planificadas. Estos estudios se enfocan fundamentalmente en temas relacionados con la mecánica de planta y/o con la generación de



volumetrías. En todos los casos se ocupan de las etapas iniciales del diseño y exploran la posibilidad de racionalizar variables de diseño con el fin de poder automatizar la respuesta a ellas.

Es importante mencionar que ninguno de los sistemas relacionados hasta aquí y ampliamente en el marco teórico de esta investigación, es capaz de producir un proyecto, entendido este como la información necesaria para construir un edificio o entorno urbano). Por el contrario, volúmenes y agregaciones de estos son producidos de acuerdo a patrones paramétricos como punto de partida para el desarrollo del diseño. Adicionalmente, todos estos sistemas operan sobre patrones predefinidos o reglas de diseño cuantificables. Algunos de estos patrones provienen de referencias de contexto tales como topografía, usos o información demográfica, mientras que otros provienen de conceptos escogidos arbitrariamente como las *favelas* o diseños preexistentes determinados. Esto significa que, en cada caso, diseñadores y usuarios interactúan con algún tipo de marco de referencia previamente definido, en el cual coexisten las restricciones que hacen estable el sistema y los parámetros variables que permiten la iteración del sistema que produce multiplicidad de salidas. No hay evidencia documentada de proyectos construidos que incorporen alguno de los sistemas relacionados.

A partir del marco teórico se plantea un modelo paramétrico el cual contiene los factores que se utilizaron para realizar el modelo paramétrico desde los indicadores de calidad físico espacial y confort térmico urbano. Estas dos variables son modificables bajo parámetros del programa grassopper y su plug-in (GECO), de análisis de confort térmico. Se establecieron los valores que son modificables desde el diseño urbano para mejorar la calidad ambiental en un asentamiento urbano y cumplan con el requisito de ser fácilmente modificables. Como resultado de esta fase se desarrolla una herramienta digital en Rhino – Grasshopper para calcular el confort térmico de una zona urbana (para las 5 zonas seleccionadas en la fase anterior). Ésta herramienta digital calcula los factores de forma del espacio urbano teniendo en cuenta la teoría de transferencia de calor mostrada en el marco teórico. El cálculo del factor de forma no se hace de manera formal, en sustitución de esto, se emplea un método empírico basado en calcular la geometría y sus áreas en Grasshopper.

Por lo tanto, esta fase se divide en 2 etapas, la primera consiste en validar el método geométrico planteado, en ella se ven la diferencia de resultados entre la ecuación de Dunkle para superficies planas horizontales y verticales, las diferencias de resultados son variadas pero los porcentajes de errores son muy bajos, estos van desde el 0% hasta el 8% lo que nos demuestra que es un método aceptable. En la segunda etapa se estructura el algoritmo en Grasshopper considerando todas las superficies de la zona a analizar (se modelan las fachadas, andenes, zonas verdes, superficies de copas de árboles y bóveda celeste).

5. Consolidar el Laboratorio de Modelado y Simulación Bioclimática en Arquitectura y Urbanismo.

Como resultado de esta investigación se continuo con el proceso de dotación y puesta en funcionamiento del FAB-LAB, de la Escuela de Arquitectura. Se compró la cortadora Láser y la impresora 3D, en la actualidad estudiantes de pregrado y posgrado hacen uso de este laboratorio.



4. PRINCIPALES CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

A la luz de los propósitos de esta investigación se establecen las ventajas relevantes del trabajo con sistemas digitales de modelado paramétrico enfocados en la etapa de generación de propuestas morfológicas, paisajísticas, materialidad y confort térmico, entre otras:

En cuanto la utilización de sistemas de modelado paramétrico:

- La primera ventaja de los sistemas de modelado paramétrico se fundamenta en la definición de objetos por medio de reglas de diseño basadas en relaciones dimensionales propias del objeto o de su contexto. De esta forma se crean modelos dinámicos a partir de los cuales se puede generar un número indeterminado de variaciones de diseño por medio de la manipulación de las variables o parámetros programados. Esta condición sugiere la posibilidad de agilizar el proceso de generación de propuestas de diseño, ya que, al contrario de los procesos de modelado por medio de sistemas convencionales de CAD, en los cuales la edición del modelo a menudo implica su reconstrucción desde cero, en los modelos digitales la intención de diseño está incorporada de forma explícita en el modelo, permitiendo su utilización iterativamente.
- La segunda ventaja relevante para el presente estudio radica en la posibilidad de los sistemas de modelado paramétrico para incorporar información estadística, por medio de tablas de diseño u hojas de cálculo como parámetros de diseño, de manera que se constituyen en insumo para la generación o alteración de la morfología en construcción.
- La tercera ventaja relevante la constituye la capacidad de los sistemas de modelado paramétrico para la generación o extracción de datos numéricos para dirigir procesos automatizados de producción de prototipos o maquetas físicas por medio de maquinaria CNC, en el marco de las denominadas técnicas de "prototipado rápido", lo cual permite la obtención de modelos reales para procesos de simulación por medios físicos de manera significativamente más ágil que por vía manual.

En términos del diseño arquitectónico y urbano, los paquetes de modelado paramétrico comerciales que se recomienda ser utilizados por estudiantes de pregrado y posgrado, así como en procesos de investigación son:

- Revit, producido por Autodesk
- Bentley, producido por Bentley Systems
- Archicad, producido por Graphisoft
- Digital Project, producido por Gehry Technologies
- Grasshopper, editor paramétrico producido por Robert McNeel para operar sobre la plataforma Rhinoceros de modelado con NURBS (Non Uniform Rational B-Splines)

En cuanto la utilización de simulación del confort térmico y calidad físico espacial:

- Para mejorar el confort térmico de una zona en clima cálido tropical es indispensable evitar la exposición prolongada de radiación solar de las superficies de espacio público que lo componen. A la vez, estas deben poseer bajas emisividades para reducir la temperatura media radiante del espacio.
- La vegetación reduce considerablemente la radiación y mejora las condiciones ambientales y de confort térmico en los espacios públicos de climas cálidos tropicales.
- Esta herramienta solo puede emplearse para climas cálidos tropicales, para climas más extremos (desérticos y muy fríos) no es apta, ya que las variables climatológicas de temperatura y humedad están fuera del rango de la ecuación de Fanger.



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

- La propuesta de mejoramiento del confort térmico acompañado del mejoramiento de la calidad físico espacial es vital para mejorar las condiciones sociales y de calidad de vida de los habitantes de estos sectores.

5. IMPACTOS ACTUAL O POTENCIAL:

Los resultados obtenidos en esta investigación están enmarcados en dos escenarios: Teórico y Práctico. Desde el punto de vista teórico, la investigación permitió construir un documento en el cual se consignó el marco teórico de la investigación que aborda el concepto de “Metodologías de diseño urbano con énfasis en el confort térmico mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos”, sus presupuestos ontológicos, epistemológicos y metodológicos. De igual manera, en torno al estudio de caso, interés poner a prueba el procedimiento metodológico que se ha adoptado en el proceso de formulación, para evaluar su pertinencia y sus aportes dentro de la posibilidad de servir de guía para otras ciudades y regiones colombianas.

Desde el punto de vista práctico, la investigación desarrollo el estudio de caso en las zonas urbanas informales de una ciudad intermedia del Valle del Cauca, donde analizo las condiciones tangibles e intangibles que tienen estos asentamientos, y se hizo una apuesta mediante la utilización de nuevas metodologías de diseño urbano. Mediante el uso de estas se incide positivamente en las condiciones de calidad de vida de la población más pobre de la ciudad, por medio de la mejora en la calidad físico-espacial y confort térmico de los espacios abiertos que constituyen el escenario para el potencial desarrollo socio-cultural de la comunidad.

Para lo anterior se resumen los resultados asociados a la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico, al fortalecimiento de la capacidad científica, y a la apropiación social, en las siguientes tablas.

5.1 Relacionados con la generación de conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos:

Resultado/Producto esperado	Verificador	Beneficiarios
Definición del estado del arte y construcción del Marco Teórico	Nuevas metodologías y teorías de diseño urbano, basadas en confort térmico y nuevo urbanismo	Administraciones municipales y nacionales relacionadas con el ordenamiento territorial. Consultores y profesionales
Diagnóstico del asentamiento urbano informal en cuanto la calidad física y espacial del barrio y recolección de indicadores de confort térmico en el espacio público, mediante toma de información en campo.	Base de datos georeferenciadas Matriz de análisis de congruencia y relevancia Trabajo de campo Indicadores de Confort térmico	

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Definición de un perfil de calidad físico espacial y confort térmico de un asentamiento informal	Fichas técnicas de indicadores georreferenciados Matriz de indicadores clave Perfil de Calidad físico espacial y confort Térmico urbano. Documento diagnóstico	relacionados con los POTs Comunidad académica (diseño y gestión urbana)
Diseño urbano de diversos espacios públicos de los asentamientos informales con énfasis en el confort térmico, mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y criterios del nuevo urbanismo.	<i>Criterios de diseño urbano y de confort térmico, de los asentamientos informales urbanos.</i> <i>Diseño urbano de los espacios públicos de los asentamientos urbanos informales.</i> <i>Hacer diversos modelados mediante el uso de herramientas digitales y análogas</i>	
Simulación de los proyectos de diseño urbano mediante el uso integrado de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos.	<i>Simular los diseños urbanos del espacio público mediante el uso de herramientas digitales y análogas (túnel de viento)</i>	

5.2 Conducentes al fortalecimiento de la capacidad científica nacional:

Resultado/Producto esperado	Verificador	Beneficiario
Realización de tesis de pregrado y/o posgrado.	1 trabajo de grado a nivel de Maestría y un trabajo de grado a nivel de pregrado, en diseño urbano en áreas urbanas informales	Comunidad académica estudiantes pregrado y postgrado

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Generación de nuevos cursos y modificación de cursos existentes en las áreas de hábitat y desarrollo sostenible	Curso sistemas de información geográfica haciendo énfasis en 3D ANALYSIS. Curso de diseño urbano con uso de herramientas digitales de modelado paramétrico y simulación de factores climáticos.	Comunidad académica estudiantes pregrado y postgrado
Consolidar línea de investigación en el área de Diseño urbano y bioclimática.	Publicaciones en el área de la línea de investigación. 2 Ponencias nacionales sobre los resultados de la investigación	(Consultores, urbanistas, profesores y estudiantes arquitectura e Ingeniería Mecánica de UV.)
Consolidar el laboratorio de modelado y simulación bioclimática en arquitectura y urbanismo.	Ofrecer servicios de extensión y consultoría al sector externo de diseño y construcción de arquitectura y urbanismo, pagina web del laboratorio en funcionamiento	(Consultores, urbanistas, profesores y estudiantes arquitectura e Ingeniería Mecánica de UV.)

5.3 Impactos esperados:

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto: corto (1-4), mediano (5-9), largo (10 o más)	Indicador verificable	Supuestos*
Facilitar la toma de decisiones por parte de los gobiernos locales, regionales y nacionales en los asentamientos informales de ladera.	Corto, mediano	Definición de una cartilla de lineamientos de diseño urbano confort térmico urbano	

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Mejoramiento de los estándares de calidad de vida de la población en las áreas relacionadas con los proyectos de mejoramiento integral de barrios	Mediano y largo plazo	Diseño y posible construcción de infraestructura, de espacio público, zonas verdes en los asentamientos urbanos informales	Implementación de nuevas metodologías de diseño urbano al interior de las oficinas de planeación municipal
Mejoramiento de la operatividad y la eficacia de las herramientas de diseño y planeación de nuevas urbanizaciones y mejoramiento integral de barrios existentes de origen informal	Mediano y largo plazo	Municipios en donde se implementan las herramientas diseñadas Tiempos de operatividad de las herramientas	

Los supuestos indican los acontecimientos, las condiciones o las decisiones, necesarios para que se logre el impacto esperado.

5.4 Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
	1				1			
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
Libros de autor que publiquen resultados de investigación								
Capítulos en libros que publican resultados de investigación								
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados								
· Prototipos y patentes								
· Software								
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial								
Normas basadas en resultados de investigación								
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis			No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis		
Estudiantes de pregrado	2	1			2	1		
Semillero de Investigación								
Estudiantes de maestría	1	1			1	1		
Estudiantes de doctorado								
Joven investigador								

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
		1		1
Propuesta de investigación				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.		1		1

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Artículo en revista ISI-SCOPUS: Q1
Nombre General:	Revista ambiente y sociedad
Nombre Particular:	Artículo sometido, título: Resiliencia En Sistemas Socioecológicos Urbanos Conceptualizaciones, Realidades Y Complejidades

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Ciudad y fechas:	Artículo Sometido, Brasil, 6 de agosto de 2016
Participantes:	Segura Guerrero, Edwin Figueroa Casas, Apolinar Lopez Bernál, Oswaldo
Sitio de información:	http://www.nepam.unicamp.br/np/es/revista-ambiente-sociedade-volume-18-3-ja-esta-disponivel/
Formas organizativas:	http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1414-753X&lng=en&nrm=iso

Tipo de producto:	Estudiante de maestría en Arquitectura y Urbanismo, Gustavo Bonilla Morales, asistente de investigación pagado vicerrectoría de investigación.
Nombre General:	Tesis de Maestría
Nombre Particular:	Lineamientos de planeamiento urbano bioclimático para los asentamientos informales
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, septiembre del 2015
Participantes:	Oswaldo López Bernal, Gustavo Bonilla Morales
Sitio de información:	Biblioteca Mario Carvajal, Repositorio Nacional
Formas organizativas:	Grupo Hábitat y Desarrollo Sostenible

Tipo de producto:	Estudiantes de Pregrado en Arquitectura, William Fonseca Gómez y Juan Pablo Umaña Flórez, Monitores de investigación pagado vicerrectoría de investigación.
Nombre General:	Tesis de Pregrado
Nombre Particular:	Estrategias de modelación y simulación integrada digital.
Ciudad y fechas:	Santiago de Cali, 16 de febrero del 2016
Participantes:	Oswaldo López Bernal, William Fonseca Gómez y Juan Pablo Umaña Flórez,
Sitio de información:	Biblioteca Mario Carvajal,
Formas organizativas:	Grupo Hábitat y Desarrollo Sostenible

Tipo de producto:	Ponencia internacional
Nombre General:	Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal (Québec) séminaire-atelier de transfert de connaissances: " Adaptation and vulnerability reduction strategies in the face of climate change "
Nombre Particular:	Ponencia titulada: Estrategias de diseño urbano bioclimático de barrios informales desde el modelado y la simulación integrada digital

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



ELABORACIÓN DE INFORMES FINALES - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Ciudad y fechas:	Montreal, Canada 9 al 11 de agosto de 2016
Participantes:	Lopez Bernál, Oswaldo
Sitio de información:	Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal (Québec)
Formas organizativas:	Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal (Québec) l'Observatoire universitaire de la vulnérabilité, la résilience et la reconstruction durable (OEuvre durable)

Tipo de producto:	Ponencia internacional
Nombre General:	Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal (Québec) séminaire-atelier de transfert de connaissances: " Adaptation and vulnerability reduction strategies in the face of climate change "
Nombre Particular:	Ponencia titulada: Estrategias de diseño urbano bioclimático de barrios informales desde el modelado y la simulación integrada digital
Ciudad y fechas:	Montreal, Canadá 9 al 11 de agosto de 2016
Participantes:	Lopez Bernal, Oswaldo
Sitio de información:	Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal (Québec)
Formas organizativas:	Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal (Québec) l'Observatoire universitaire de la vulnérabilité, la résilience et la reconstruction durable (OEuvre durable)

Tipo de producto:	Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.
Nombre General:	International Development Research Centre (IDRC) Climate Resilient Cities in Latin America Research Call Expression of Interest (EOI) Form May 2016
Nombre Particular:	Multi-Stakeholder Climate Resilience Co-Benefits Assessment as a tool to enhance Decision Making and Investment Opportunities for urban climate resilient projects (MCRBA-DeMIO) Funding Requested: US\$ 265000

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



**ELABORACIÓN DE INFORMES
FINALES - PROYECTOS DE
INVESTIGACIÓN**

VICERRECTORIA DE INVESTIGACIONES

Ciudad y fechas:	Institute for Housing and Urban Studies (IHS), Erasmus University, Rotterdam (The Netherlands) , Mayo 2016
Participantes:	Institute for Housing and Urban Studies (IHS), Erasmus University Rotterdam Stelios Grafakos Veronica Olivotto: Universidad del Valle, Escuela de Arquitectura, EIDENAR, Escuela de Salud Pública Dr. Adriana Patricia Lopez Valencia adriana.lopez@correounivalle.edu.co Dr. Oswaldo López Bernal oswaldo.lopez@correounivalle.edu.co Dr. Fabian Mendez Paz fabian.mendez@correounivalle.edu.co
Sitio de información:	IDRC Climate Resilient Cities in Latin America May 2016
Formas organizativas:	International Development Research Centre (IDRC) Climate Resilient Cities in Latin America

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones

*Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta,
letra arial 11, con espacios de 1 1/2*

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones