

APERTURAS DE FACHADA Y CONFORT  
EN LA VIVIENDA SOCIAL  
DEL TRÓPICO

TATIANA SCHÖNHÖBEL  
SARA ESCALANTE

Universidad Icesi  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Diseño Industrial  
Santiago de Cali  
2014

APERTURAS DE FACHADA Y CONFORT  
EN LA VIVIENDA SOCIAL  
DEL TRÓPICO

TATIANA SCHÖNHÖBEL  
SARA ESCALANTE

Proyecto de grado

María Clara Betancourt  
Ph.D Arquitectura y urbanismo

Universidad Icesi  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Diseño Industrial  
Santiago de Cali  
2014

## Índice

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>8</b>
<b>GLOSARIO Y ABREVIACIONES</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>FICHA TÉCNICA</b> .....	<b>6</b>
<b>PROBLEMA</b> .....	<b>6</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	8
VARIABLES.....	8
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
OBJETIVO GENERAL .....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>VIABILIDAD</b> .....	<b>10</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1: EL CONFORT</b> .....	<b>12</b>
1.1 ¿QUÉ ES CONFORT? .....	12
1.2 CONFORT TÉRMICO .....	12
1.3 TEMPERATURA .....	14
1.3.1 HUMEDAD RELATIVA .....	14
1.3.2 VELOCIDAD DEL VIENTO.....	15
1.3.3 RADIACIÓN SOLAR .....	16
1.4 CONFORT LUMÍNICO .....	16
1.5 CONFORT, VENTILACIÓN Y HUMEDAD.....	17
1.6 CONFORT E INFRAESTRUCTURAS .....	17
<b>CAPÍTULO 2: FACHADAS</b> .....	<b>17</b>
2.1 ¿QUÉ SON LAS FACHADAS? .....	17

2.2 HISTORIA DE LA FACHADA ARQUITECTÓNICA .....	17
2.3 PRINCIPIO DE FACHADA VENTILADA.....	18
<b>CAPÍTULO 3: VENTANA .....</b>	<b>18</b>
3.1 ¿QUÉ SON? .....	18
3.2 TIPOLOGÍAS Y ASPECTOS MORFOLÓGICOS (IMAGEN 5. ANEXOS).....	19
3.3 HISTORIA .....	21
3.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VENTANA EN ÉPOCAS .....	21
3.4 SIGNIFICADO: CONEXIÓN CON EL EXTERIOR.....	25
<b>CAPÍTULO 4: CONTEXTO .....</b>	<b>25</b>
4.1 SANTIAGO DE CALI .....	25
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO (SANTIAGO DE CALI) .....	26
4.3 IMPACTO DEL CONFORT TÉRMICO EN LA VIVIENDA.....	27
4.4.1 TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA: VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.....	27
4.4.2 ARQUITECTURA POPULAR .....	28
4.4.3 HACIENDAS .....	29
<b>CAPÍTULO 5: ESTÁNDARES DE HABITABILIDAD.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE USUARIO.....</b>	<b>30</b>
6.1 FACTORES CULTURALES .....	30
6.2 FACTORES ECONÓMICOS .....	31
6.3 FACTORES FISIOLÓGICOS .....	31
6.4 FACTORES PSICOLÓGICOS .....	31
<b>CAPÍTULO 7: ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 8: SOSTENIBILIDAD.....</b>	<b>34</b>
8.1 ASPECTOS RELEVANTES EN UNA VIVIENDA SOSTENIBLE .....	34
<b>CONCLUSIONES DEL MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>35</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>ENCUESTAS.....</b>	<b>37</b>
MAESTROS DE OBRA .....	37
HABITANTES DE LA VIVIENDA.....	38
<b>DISCUSIÓN Y MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIONES TRABAJO DE CAMPO .....</b>	<b>42</b>
<b>HIPÓTESIS DE DISEÑO .....</b>	<b>43</b>
<b>PROMESA DE VALOR.....</b>	<b>43</b>
<b>DETERMINANTES.....</b>	<b>43</b>
<b>REQUERIMIENTOS .....</b>	<b>43</b>
REQUERIMIENTOS DE USO .....	43
REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN .....	44
REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES.....	44
REQUERIMIENTOS TÉCNICO-PRODUCTIVOS .....	44
REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS O DE MERCADO .....	44
REQUERIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN.....	44
REQUERIMIENTOS LEGALES .....	45
<b>CONCEPTO .....</b>	<b>45</b>
<b>PROCESO DE PROPUESTA (FASE 1).....</b>	<b>46</b>
<b>PROCESO DE PROPUESTA (FASE 2).....</b>	<b>48</b>
<b>PROCESO DE PROPUESTA (FASE 3) REPLANTEAMIENTO.....</b>	<b>49</b>

<b>ASPECTOS PRODUCTIVOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>54</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....</b>	<b>54</b>
<b>BOM (VER ARCHIVO ANEXOS).....</b>	<b>55</b>
<b>PROCESOS .....</b>	<b>55</b>
<b>PROVEEDORES .....</b>	<b>56</b>
<b>DIAGRAMA DE DESPIECE Y ENSAMBLADO.....</b>	<b>56</b>
<b>DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS E INSUMOS.....</b>	<b>57</b>
<b>BALANCEO DE LÍNEA.....</b>	<b>60</b>
<b>IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>61</b>
<b>ANÁLISIS DE CONTEXTO DE USO.....</b>	<b>61</b>
<b>VISIÓN GENERAL DEL PRODUCTO .....</b>	<b>62</b>
<b>PERFIL AMBIENTAL DEL PRODUCTO .....</b>	<b>63</b>
<b>CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>63</b>
<b>CONCEPTOS Y ESTRATEGIAS DE ECO-DISEÑO IMPLEMENTADAS.....</b>	<b>63</b>
<b>REFLEXIÓN GENERAL SOBRE IMPACTO DE LA SOLUCIÓN. ....</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIÓN IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>65</b>
<b>ASPECTOS DE COSTOS .....</b>	<b>65</b>
<b>ASPECTOS DE MERCADO Y MODELO DE NEGOCIO.....</b>	<b>75</b>
<b>MODELO DE NEGOCIOS (CANVAS).....</b>	<b>16</b>
<b>PÚBLICO OBJETIVO .....</b>	<b>77</b>
<b>SEGMENTACIÓN DEL MERCADO CON SUS VARIABLES DE SEGMENTACIÓN. ....</b>	<b>78</b>
<b>CLIENTE, USUARIO, CONSUMIDOR:.....</b>	<b>78</b>
<b>COMPETENCIA: .....</b>	<b>79</b>
<b>MEZCLA DE MERCADEO .....</b>	<b>79</b>
<b>ANÁLISIS DEL PRODUCTO: DEFINICIÓN, IDENTIFICACIÓN, EMPAQUE, PRECIO. ....</b>	<b>80</b>
<b>ANÁLISIS DEL PRECIO: .....</b>	<b>80</b>
<b>ANÁLISIS DE LA POLÍTICA DE COMUNICACIÓN .....</b>	<b>80</b>
<b>ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN: TRANSPORTE, EMPAQUE, VENTA .....</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSIONES MERCADEO Y MODELO DE NEGOCIO .....</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS/APÉNDICES .....</b>	<b>89</b>
<b>CRONOGRAMA FASE DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>CRONOGRAMA FASE DE DESARROLLO DE PRODUCTO.....</b>	<b>90</b>
<b>BOM .....</b>	<b>91</b>
<b>MATRIZ DE COSTOS.....</b>	<b>94</b>
<b>CUANTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>95</b>
<b>MAPA DE VISITAS .....</b>	<b>96</b>
<b>REGISTRO DE TEMPERATURAS EN VIVIENDAS DE SECTORES POPULARES.....</b>	<b>97</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Porcentaje de habitantes por estrato en Cali.....	26
<b>Tabla 2</b> Área mínima de lote para VIS Tipo 1 y 2 (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2010) .....	28
<b>Tabla 3</b> Lista de los lugares visitados en el trabajo de campo. ....	36
<b>Tabla 4</b> Balanceo de línea. Fuente propia (2014). ....	60
<b>Tabla 5</b> Contexto de uso. Fuente propia (2014). ....	61
<b>Tabla 6</b> Perfil ambiental. Fuente propia (2014). ....	63
<b>Tabla 7</b> Comparación impacto ambiental Véspera 1 Vs Véspera 2. Fuente propia (2014).....	63
<b>Tabla 8</b> Calificación de estrategias de ecodiseño. Fuente propia (2014).....	64
<b>Tabla 9</b> Costos primos + herramental.....	2
<b>Tabla 10</b> Registro de temperaturas interior Vs exterior .....	24

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Gráfico 1</b>	Impacto de la radiación solar y la ventilación al construir. Cali (2014).	37
<b>Gráfico 2</b>	Ubicación y tamaño de ventanas. Cali (2014).	37
<b>Gráfico 3</b>	Diseño de la ventana. Cali (2014).	37
<b>Gráfico 4</b>	Área de mayor permanencia. Cali (2014).	38
<b>Gráfico 5</b>	Número de ocupantes. Cali (2014).	38
<b>Gráfico 6</b>	Percepción de temperatura. Cali (2014).	38
<b>Gráfico 7</b>	Percepción en suficiencia de ventilación. Cali (2014).	39
<b>Gráfico 8</b>	Apertura de ventana. Cali (2014).	39
<b>Gráfico 9</b>	Distribución de planta. Fuente propia (2014)	58
<b>Gráfico 10</b>	Diagrama de flujo de procesos. Fuente propia (2014).	59
<b>Gráfico 11</b>	Visión general del producto. Fuente propia (2014).	62
<b>Gráfico 12</b>	Modelo de negocio Canvas. Véspera	4
<b>Gráfico 13</b>	Comparación de temperatura interior Vs exterior	24
1 Img.	1 Adaptación al medio (Urrutia, 1989).	13

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Cronograma Fase de investigación 89
- Anexo 2.** Cronograma Fase de desarrollo de producto 90
- Anexo 3.** BOM 91
- Anexo 4.** Matriz de costos 94
- Anexo 5.** Cuantificación de impacto ambiental 95
- Anexo 6.** Mapa de visitas 96
- Anexo 7.** Registro de temperaturas en viviendas de sectores populares 97



## GLOSARIO Y ABREVIACIONES

**Viviendas populares:** Comprende las viviendas autoconstruidas y de interés social.

**Sector popular:** Sectores donde están ubicadas las viviendas populares.

**Estanca:** En fachada ventilada

**Paramento:** (Del lat. *paramentum*). Cada una de las dos caras de una pared

**Solución pasiva:** Forma parte de la metodología de diseño implementadas por la arquitectura bioclimática y la arquitectura sustentable.

**Vano:** En una construcción o estructura arquitectónica puede referirse a cualquier apertura en la superficie de una fachada, específicamente los huecos donde van las ventanas.

**Postigo:** Puerta de madera que se coloca en la parte exterior o interior de una ventana para resguardarse de la luz, del agua o del frío.

**Alerón:** Superficie en forma de ala ubicada en la parte superior de las ventanas para generar sombra o alejar la lluvia de la fachada.

**Cornisa:** 1. Coronamiento compuesto de molduras, o cuerpo voladizo con molduras, que sirve de remate a otro.  
2. Parte superior del cornisamento de un pedestal, edificio o habitación.

**Celosía:** Enrejado de listoncillos de madera o de hierro, que se pone en las ventanas de los edificios y otros huecos análogos, para que las personas que están en el interior vean sin ser vistas.

### -Abreviaciones:

**VIS:** Vivienda de interés social

**SMRLV:** Salario mínimo mensual legal vigente

## ABSTRACT

### **Purpose -**

The project's main purpose is to inquire into the impact of climatic factors on the indoor environmental quality of homes at the low income sectors (referred to popular areas or social-economic levels 1, 2 and 3 in the city of Cali) from the facade openings perspective. The research aims to analyze the key elements of this aspect through the history, related to the requirements and the current situation of housing, to generate an industrial appliance for improving the quality of life of the occupants, through a sustainable solution and zero power consumption.

### **Methodology -**

After a situation of discomfort and high-energy consumption was identified, a bibliographic research on all elements related to comfort, facade openings through the history and context of Cali, was conducted to make an approach. Subsequently by measurements, surveys and interviews the information was validated and the relevant aspects of the project were identified. Finally a comprehensive solution was propounded through the development of an industrial design product for the main element of the problem, which was called Véspera ventilation.

### **Results -**

It was concluded that the design of the entire facade on a building is a key factor to ensure the comfort of the occupants inside, recognizing the importance of the openings as the only means through which housing can "breathe". Therefore, a comprehensive solution was propounded through the development of an industrial design called Véspera for one of most relevant elements of the problem, which was ventilation. Véspera promotes air circulation and fits context's socioeconomic conditions.

### **Practical Implications -**

The development and implementation of the project involves the assessment of traditional construction systems of housing and analysis in the use and acceptance by the user, as this is a product development that breaks the paradigm of usual window. Similarly an impact assessment of the project in terms of economics and intervention in the quality of life of the users should be done.

### **Originality / value of research - xxx**

To analyze an aspect of our society lifestyle that has become so common as the facade openings, is the opportunity to generate a proposal that breaks paradigms known and accepted by all. Véspera ventilation is a different concept of the element that is known as window, with a high value of originality for its cultural and aesthetics relevance, achieving the fusion of the three main issues surrounding the

openings in this context: natural lighting, ventilation and security. It is also the first product of this type led to a context not favored economically.

**Keywords –**

Comfort, passive solution, tropic, culture, openings, facade, housing, window, ventilation, light, security, zero consumption.

## RESUMEN

**Propósito** - El proyecto tiene como principal propósito indagar acerca de la incidencia de los factores climáticos en la calidad ambiental interior de las viviendas en los sectores populares (denominados como estratos 1, 2 y 3 en la ciudad de Cali) desde la perspectiva de las aperturas de las fachadas. La investigación pretende hacer un análisis de los elementos fundamentales de éstas a través de la historia, relacionado con los requerimientos o situación actual de las viviendas para generar una solución de diseño industrial que mejore la calidad de vida de los ocupantes por medio de una solución sostenible y de cero consumo energético.

**Metodología** - Inicialmente se identificó una situación de falta de confort y elevado consumo energético en un gran porcentaje de las viviendas. Se realizó una investigación bibliográfica acerca de todos los elementos relacionados al confort, las aperturas de fachada a través de la historia y el contexto de Cali, para realizar el planteamiento. Posteriormente, por medio de mediciones, encuestas y entrevistas se validó la información y se identificaron los aspectos relevantes del proyecto para finalmente plantear una solución de diseño industrial.

**Resultados** - Se concluyó que el diseño de toda la fachada en una edificación es un factor fundamental para asegurar el confort de los ocupantes al interior, reconociendo la importancia de las aperturas, por ser el único medio por el cual puede “respirar” la vivienda. Por esto, se desarrolló un producto innovador que favorece la ventilación y que se adapta a las condiciones socioeconómicas del contexto.

**Implicaciones prácticas** - El desarrollo e implementación del proyecto conlleva a la evaluación de los sistemas tradicionales de construcción de las viviendas y al análisis en el uso y aceptación por parte del usuario, por ser este desarrollo de diseño un producto que rompe el paradigma de la habitual ventana. De igual forma debe hacerse una evaluación del impacto del proyecto en términos económicos y de intervención en la calidad de vida de los usuarios.

**Originalidad y valor de la investigación** - Analizar un aspecto en la forma de vida de nuestra sociedad que se ha convertido en algo tan común como lo son las aperturas de fachada, es la oportunidad para generar una propuesta que rompe con lo conocido y aceptado por todos. Véspera ventilación es una concepción diferente del elemento que se conoce como ventana con un alto valor de originalidad por su relevancia cultural y estética, logrando la fusión de los tres principales aspectos alrededor de las aperturas en este contexto: iluminación natural, ventilación y seguridad. Es además el primer producto de esta tipología llevado a un contexto no favorecido económicamente.

**Palabras claves** - Confort, solución pasiva, trópico, cultura, aperturas de fachada, vivienda, ventana, ventilación, luz, seguridad, cero consumo.

## INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, las aperturas de fachada se han identificado como un elemento fundamental de la vivienda que mejora sustancialmente las condiciones de confort térmico y psicológico de las personas. Este trabajo documenta el análisis del significado y las características de las aperturas de fachada a lo largo de la historia hasta la actualidad. A partir de este análisis se propone una solución de diseño industrial que contribuye al mejoramiento del confort, por medio de un sistema modular en las fachadas, compuesto por dos elementos, uno basado en los recubrimientos ventilados y otro que brinda diferentes configuraciones en las aperturas de la vivienda, el cual es el enfoque de este proyecto.

El contexto de aplicación, son todas aquellas viviendas que pertenecen a ciudades del trópico con clima cálido-húmedo, en este caso, se toma a Santiago de Cali y sus alrededores como contexto de estudio ya que sus altas temperaturas causan condiciones de intenso calor a los habitantes, generando una incomodidad aún mayor al interior de las viviendas de ciertos sectores de la ciudad, donde la temperatura generalmente sobrepasa la del ambiente exterior (Palacio, 2013).

Este proyecto está enmarcado en un concurso a nivel internacional, llamado *Solar Decathlon Latinamerica & Caribbean*, el cual tiene como objetivo principal construir y operar la mejor versión de una casa autosostenible de cero consumo energético, con el fin de convertirla en un proyecto de implementación ciudadana.

Por esta razón, este proyecto se centra en las viviendas ubicadas en los estratos 1, 2 y 3, donde se encuentran dos tipologías de vivienda, las de interés social y las que hacen parte de la llamada arquitectura popular, que se caracteriza por la construcción “empírica” de las viviendas. Siguiendo el lineamiento del concurso, el enfoque del proyecto está en las viviendas de interés social. Estas, por lo general, no cumplen con estándares de confort para vivir dignamente, por lo cual se hace evidente la necesidad de buscar mejores condiciones al interior, por medio del desarrollo de un sistema integral de aperturas de facha.

---

## FICHA TÉCNICA

### Problema

#### Planteamiento del problema

##### *Antecedentes*

"La creciente preocupación global sobre problemas medioambientales tales como el cambio climático, contaminación y pérdida de biodiversidad, así como problemas sociales relacionados con pobreza, salud, circunstancias laborales, seguridad y desigualdad han fomentado enfoques de sostenibilidad de parte de la industria." (UNEP, 2007).

De acuerdo con el Consejo de Diseño del Reino Unido, *"El diseño sostenible implica el uso estratégico del diseño, para satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras, sin comprometer al medio ambiente"* (2013). El bienestar social y medioambiental son parte fundamental del éste y aporta a la calidad de vida de las personas, generando confort.

La temperatura del aire es uno de los principales factores que influye en la percepción de confort térmico en los seres humanos (Serra, 2006), en algunos casos las condiciones de intenso calor, traen consecuencias negativas para las personas. Es el caso de Santiago de Cali, la tercera ciudad más poblada de Colombia, ubicada geográficamente en un valle, donde la temperatura puede llegar a los 39 °C (Alcaldía de Santiago de Cali , 2012), generando enfermedades que pueden dañar el cerebro u otros órganos vitales y causar incapacidad e incluso la muerte, mientras no se cuente con condiciones que mitiguen los casos de extrema temperatura (*HealthWorld Online and Centers for Disease Control and Prevention, 2007*).

En cuanto a forma y materialidad, las viviendas ubicadas en estratos 1, 2 y 3 no cuentan con los mínimos estándares de habitabilidad que permitan condiciones adecuadas de confort (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012), al interior de estas viviendas no se da un adecuado confort térmico y la temperatura no se encuentra entre los rangos adecuados para el trópico que va desde los 22,8 °C hasta 27,7 °C. (Betancourt, 2013). Esto ocurre debido al bajo presupuesto con que son construidas, al poco conocimiento sobre arquitectura y a las características culturales que presentan sus ocupantes, como el gran número de personas que conforman el hogar, las condiciones de inseguridad, entre otros.

Actualmente vemos ejemplos de cómo se han implementado soluciones para proteger las viviendas de las condiciones exteriores de calor, que van desde los

tradicionales postigos o contraventas hasta el uso de aires acondicionados y ventiladores, además de desarrollos en el campo del diseño y la arquitectura como los trasdosados, revestimiento de las caras de un muro exterior usados para conseguir cámaras de aire y recubrir fachadas, la aplicación de materiales aislantes para la construcción de las viviendas y el diseño estratégico de muros que permiten la ventilación y el flujo del aire (Pladur, 2012).

### ***Delimitación***

El proyecto se pretende aplicar en viviendas del trópico que tengan un clima cálido-húmedo. Como caso de estudio se tomarán las viviendas de sectores populares de Cali, excluyendo las denominadas “invasiones” y sin dejar de lado las zonas aledañas de la ciudad.

Se pretende realizar un trabajo de campo que permita identificar los elementos culturales, las percepciones de comodidad fisiológica a través del tiempo y cómo éstas han aportado a la construcción de las viviendas tradicionales. Los elementos a estudiar son las aperturas de fachada, por ser uno de los principales componentes arquitectónicos por medio del cual se puede mejorar el confort térmico al interior de las viviendas, además de relacionar al individuo con el exterior; esto brinda la posibilidad de imprimir los valores culturales de la región, reinterpretando su significado para lograr una solución de diseño que posteriormente pueda ser fabricada de manera industrial.

### ***Consecuencias***

Las extremas temperaturas generan problemas que afectan de manera importante la salud de las personas, sus emociones y comportamientos. Según la OMS (2013), “Las temperaturas extremas del aire contribuyen directamente a las defunciones por enfermedades cardiovasculares y respiratorias. ...provocan además un aumento de los niveles de ozono y de otros contaminantes del aire que agravan las enfermedades cardiovasculares y respiratorias”. Además de esto, pueden presentarse calambres, agotamiento por calor, deshidratación, etc. que afectan en mayor medida a las personas de edad avanzada y a niños menores de 4 años.

Ante esta situación, en muchos casos se hace uso de electrodomésticos, como ventiladores y aires acondicionados para mitigar estos efectos, lo cual eleva sustancialmente el consumo de energía en las viviendas.



### ***Enunciado del problema***

Existen bajos niveles de confort (térmico y psicológico) al interior de las viviendas populares en ciudades del trópico, debido a la falta de estándares de habitabilidad y de elementos arquitectónicos en la piel de la fachada que favorezcan la circulación del aire.

### **Preguntas de investigación**

- ¿De qué manera puede impactar el confort térmico mediante el diseño de aperturas de fachada en las viviendas de estrato 1, 2 y 3?
- ¿Cuáles son los niveles de confort adecuados?
- ¿Cómo intervienen las variables culturales en la percepción de confort de los ocupantes?
- ¿Qué significado ha tenido la ventana en la arquitectura popular a través del tiempo?
- ¿Qué papel juega la estética de los componentes de la vivienda, en especial las aperturas de fachada, en las interpretaciones de confort de las personas?
- ¿Es posible reducir el consumo energético y darle un carácter más sostenible a la vivienda por medio del diseño de una ventana?

### **Variables**

Clima (Temperatura)  
Cultura: Percepciones estéticas  
Estándares de habitabilidad  
Viviendas populares  
Recursos económicos  
Seguridad

### **Hipótesis de la investigación**

La generación de un ambiente térmico confortable al interior de las viviendas populares se puede lograr por medio de una adecuada solución de aperturas de fachada, que esté acorde a las condiciones climáticas del contexto.

- La reinterpretación de los significados y formas de las ventanas a través del tiempo, permite hallar requerimientos para proyectar una solución de aperturas de fachada.
- Las variables culturales y socioeconómicas hacen que la percepción de las personas varíe respecto a su entorno.
- El confort térmico de una vivienda se puede mejorar a través del diseño de aperturas de fachada que optimice el flujo del aire, que provea vistas adecuadas desde el interior hacia el exterior y que sea una solución estética de acuerdo al tipo de vivienda y usuario.

## **Justificación**

Cali presenta un clima de sabana tropical con temperaturas que alcanzan un máximo de 39°C, donde los frentes de aire húmedo provenientes del Océano Pacífico son bloqueados por la cordillera Occidental, lo cual hace que las personas perciban una mayor temperatura (Alcaldía de Santiago de Cali , 2012), incluso ésta es mayor al interior de muchas viviendas, superando la temperatura del ambiente exterior (Palacio, 2013) y causando graves consecuencias en la salud de sus ocupantes.

Para el primer trimestre del 2014, más de 11 mil viviendas en el área urbana de Cali se encontraban en etapa de construcción. Para el 2012 fueron registradas un total de 597.776 viviendas, de las cuales el 83,6% (449.740 viviendas) pertenecen a estratos 1, 2 y 3 (Alcaldía de Santiago de Cali, 2012) los cuales al igual que en muchas otras ciudades de Latinoamérica, son denominados comúnmente como grupos o sectores “populares”. Las viviendas en estas áreas presentan problemas de confort térmico y psicológico debido a las características culturales y de construcción.

El calor al interior de las viviendas trae como consecuencia el aumento del consumo energético a causa del uso de electrodomésticos como ventiladores y aires acondicionados. Este incremento contribuye al problema actual del medio ambiente, ya que los procesos implementados para la producción y distribución de energía eléctrica producen residuos y emisiones atmosféricas que contaminan aguas y suelos, afectando también la salud de las personas. “Hay que tener en cuenta que la producción de energía y su uso, tanto en la industria como en los hogares y medios de transporte, es responsable de la mayoría de las emisiones antropogénicas (causadas por el hombre) de CO<sub>2</sub>” (Eco inteligencia, 2013).

Siendo conscientes de este escenario global y teniendo Colombia una de las energías más costosas a nivel mundial, es necesario adoptar las actuales tendencias hacia la sostenibilidad.

Por medio del diseño de aperturas de fachada se generará una solución pasiva para el mejoramiento del confort térmico y psicológico de las personas al interior de las viviendas, fundamentado en la relación cultural con los objetos y el entorno, que a su vez disminuya el consumo de energía eléctrica.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar una solución de aperturas de fachada para el mejoramiento del confort al interior de las viviendas populares en ciudades del trópico con clima cálido-húmedo.

### **Objetivos específicos**

- Construir un estado del arte de las aperturas de fachada en el clima cálido-húmedo tropical e identificar la influencia de éstas en el confort.
- Contrastar elementos de las aperturas de fachada que han contribuido al confort y que han estado presentes a través de la historia para rescatar los rasgos característicos y reinterpretar las soluciones prácticas que se han dado.
- Definir los elementos del confort que más influyen en la percepción de las personas al interior de la vivienda.
- Registrar las temperaturas en las viviendas de estudio, evaluar su comportamiento y compararlo con las temperaturas del exterior.

## **Viabilidad**

El proyecto se desarrollará durante el año 2014, con una etapa inicial de investigación de seis meses y otra de desarrollo de diseño, para ser implementado en el 2015 después de la elección de los grupos participantes para el *Solar Decathlon*. La investigación se llevará a cabo en los sectores de vivienda autoconstruida de Cali y sus alrededores. La investigación se centra en esta ciudad y el desarrollo final de diseño podrá implementarse en muchas otras ciudades que presenten un clima cálido-húmedo o similar.

El trabajo de campo que se pretende realizar implica desplazamientos, elaboración de entrevistas, registros fotográficos y muchas otras actividades que se encuentran a nuestro alcance. Además se cuenta con la posibilidad de elaborar modelos y prototipos para comprobar las propuestas de diseño. Todo esto será financiado con recursos propios, además de contar con el apoyo por parte del departamento de diseño de la Universidad Icesi.

## **Metodología**

El campo de estudio son las viviendas populares de la ciudad de Cali y sus alrededores, donde se indagará a sus habitantes para hallar e identificar sus costumbres, percepciones, y maneras de interpretar las tradiciones y cómo estas han influido en la construcción de sus viviendas a través del tiempo.

La investigación se llevará a cabo en dos partes, el trabajo de campo y la exploración bibliográfica. El primero se realizará a través de encuestas, entrevistas, visitas a las viviendas, observación y registro fotográfico. Por otro lado, la exploración bibliográfica se centra en reconocer cómo diferentes autores han abordado las temáticas de confort térmico a través de los múltiples elementos de la vivienda, haciendo especial énfasis en la historia de la ventana.

**MEDICIONES:** Se hacen con el fin de registrar la variación de la temperatura durante el día, tanto en el interior como en el exterior de la vivienda.

**ENCUESTAS:** Se caracterizan por su componente descriptivo, arrojando variables cualitativas y cuantitativas, con el fin de identificar actividades repetitivas, comportamientos, experiencias, estilos de vida y demás aspectos que puedan contribuir al análisis de los elementos que aportan al diseño.

Inicialmente debe diseñarse el modelo de encuesta, luego realizarla y por último tabular los resultados.

**ENTREVISTAS Y VISITAS:** Se abordan desde un estudio explicativo y descriptivo, ya que por medio de éstas se evaluarán las causas o razones de las diferentes tradiciones, cambios en los comportamientos y estilos de vida de las personas.

**REGISTRO FOTOGRÁFICO:** Se iniciará este proceso de tipo exploratorio, ya que no contamos con un registro donde se evidencie la evolución de la ventana a través del tiempo en viviendas populares de la ciudad.

Las encuestas, entrevistas y registros fotográficos se llevarán a cabo en tres contextos de vivienda popular tradicional: Haciendas, viviendas de estratos bajos, rurales y construcciones antiguas de la ciudad.

Todas las anteriores actividades serán realizadas basadas en el libro “Metodología de la Investigación” (1997) con el fin de seguir una guía paso a paso del proceso de investigación.

---

## MARCO TEÓRICO

A lo largo del desarrollo del proyecto es importante tener en cuenta múltiples variables que giran en torno a éste y que se definirán a continuación con el fin de estructurar los requerimientos y determinantes para el diseño final.

### Capítulo 1: El confort

#### 1.1 ¿Qué es confort?

Según la Real Academia Española (Rae, 2014), el confort es aquello que produce bienestar y comodidades al ser humano. Para percibir un adecuado confort se requieren condiciones fisiológicas, psicológicas y culturales, que abarcan todos los aspectos inherentes al ser humano. Las condiciones fisiológicas hacen referencia al confort térmico, a la satisfacción de necesidades biológicas y a condiciones ideales de visibilidad y acústica. Por otra parte, las condiciones psicológicas se caracterizan principalmente por la seguridad y tranquilidad percibidas por el ser humano, mientras que las de tipo cultural se refieren a usos, costumbres, alimentación y creencias (Serra, 2006).

Los factores de confort son las características que influyen directamente en el comportamiento del ser humano, por lo tanto son condiciones exteriores al ambiente, pero que a su vez influyen en la percepción de este. Estas condiciones son biológico-fisiológicas, sociológicas y psicológicas (op. cit.).

#### 1.2 Confort térmico

El hombre carece de adaptación natural a diferencia de otros seres vivos como animales y plantas, pero a lo largo del tiempo y su evolución, ha tenido que desarrollar procesos y técnicas artificiales para estar en armonía con el medio ambiente. Algunas de estas adaptaciones fueron las prendas de vestir y la vivienda, que han ido en busca del confort térmico y un hábitat más adecuado.

En esta búsqueda de adaptación al medio, el hombre ha transformado y acondicionado su entorno de acuerdo a sus necesidades, independientemente de las condiciones del medio en que se encuentra (imagen 1).



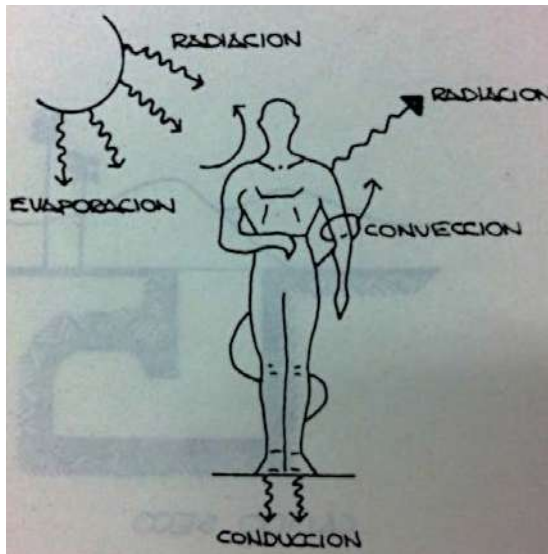
1 *Img. 1* Adaptación al medio (Urrutia, 1989)

La temperatura de la construcción, las pérdidas y ganancias de calor y las condiciones de ventilación (velocidad y renovación del aire) son elementos a tener en cuenta para lograr el confort en el hábitat.

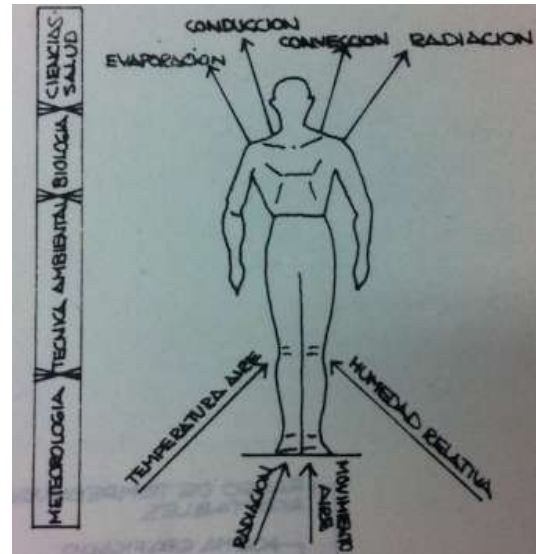
El bienestar térmico se logra por las pérdidas y ganancias de calor del cuerpo y por la producción de calor, por medio del metabolismo como una condición fundamental para la vida. Este bienestar representa un estado en el cual una persona se encuentra en equilibrio fisiológico debido a que no existe ninguna incomodidad relacionada con este factor, por lo tanto, si no hay confort fisiológico, difícilmente se puede sentir un bienestar psicológico y percibir los valores culturales del lugar (Urrutia, 1989).

El bienestar térmico también se produce cuando se alcanza el punto en el cual se requiere el mínimo consumo y desgaste de energía, donde también influyen las condiciones climáticas que ayudan a reducir al mínimo el trabajo del sistema termorregulador del organismo, que permite aumentar o disminuir la temperatura dando respuesta a las condiciones ambientales (de La Fuente, 2009).

El ser humano intercambia calor con el ambiente por medio de los procesos físicos de radiación, convección, conducción y evaporación como se muestra en la imagen 2. Además, éste es afectado por elementos climáticos como la temperatura del aire, la radiación, el movimiento del aire y la humedad, que actúan en una interrelación conocida como Temperatura Operativa, que combina dichos elementos con el metabolismo humano, ya que son estos los que actúan directamente sobre la temperatura de la piel que es la que percibe frío o calor. La imagen 3, explica cómo el cuerpo se ve afectado por ellos y cómo mantiene el equilibrio térmico.



2 **Img. 2** Intercambio de calor con el ambiente. Arquitectura y Clima, referida a condiciones tropicales en Colombia. Harold Borrero Urrutia (1989)



**Img. 2.2** Equilibrio térmico

Al tener control sobre estos elementos climáticos, se obtiene el máximo nivel de confort aprovechando las condiciones naturales del lugar.

En ciudades del trópico que presentan clima cálido-húmedo, la mejor temperatura que se puede obtener al interior de la vivienda, es que ésta sea al menos igual a la temperatura del aire exterior a la sombra.

Para mejorar el confort térmico en climas cálido-húmedos se deben tener en cuenta dos condiciones necesarias: 1) Disminuir la humedad relativa, con el fin de mejorar la evaporación y 2) Aumentar la velocidad del aire que ayuda al mismo fin y a disminuir la temperatura del lugar naturalmente.

Las condiciones higrométricas (medición de la humedad), acústicas y lumínicas son primordiales para sentir confort, si no se tienen, pueden ocasionar reducción en la eficiencia y productividad, además de graves trastornos físicos y psicológicos (Fuentes, 1995).

### 1.3 Temperatura

La temperatura expresa el nivel o grado de calor experimentado por el cuerpo o el ambiente (Rae, 2014). La temperatura que perciben los cuerpos es la combinación entre humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar.

#### 1.3.1 Humedad relativa

La humedad es el contenido de vapor de agua presente en el aire (Serra, 2006), normalmente es menor que el necesario para saturar el aire. La humedad relativa

es el porcentaje de la humedad de saturación, que se calcula normalmente en relación con la densidad de vapor de saturación.

Para que se dé la evaporación del sudor con ayuda de un viento más veloz, es necesario estar en presencia de un aire con humedad relativa baja, ya que si ésta es muy alta, este proceso de evaporación no tendría efecto. Como se ve en la sección de color rojo (imagen 4), entre mayor sea la temperatura y mayor sea la humedad relativa, la percepción de calor aumenta.

		% de Humedad relativa															
		25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
Temperatura °C	42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
	41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
	40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
	39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
	38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69
	37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66
	36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63
	35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
	34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
	33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
	32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
	31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
	30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
	29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
	28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35	
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31	

3 **Img. 3** Índice de calor. Temperatura equivalente a la percepción subjetiva de las personas. (ETESA, 2009)

### 1.3.2 Velocidad del viento

El movimiento del aire está relacionado con la sensación térmica ya que éste puede modificar por completo las condiciones generadas por la radiación solar. A mayor velocidad, se obtiene un aumento de evaporación del sudor, y por lo tanto un mayor enfriamiento.

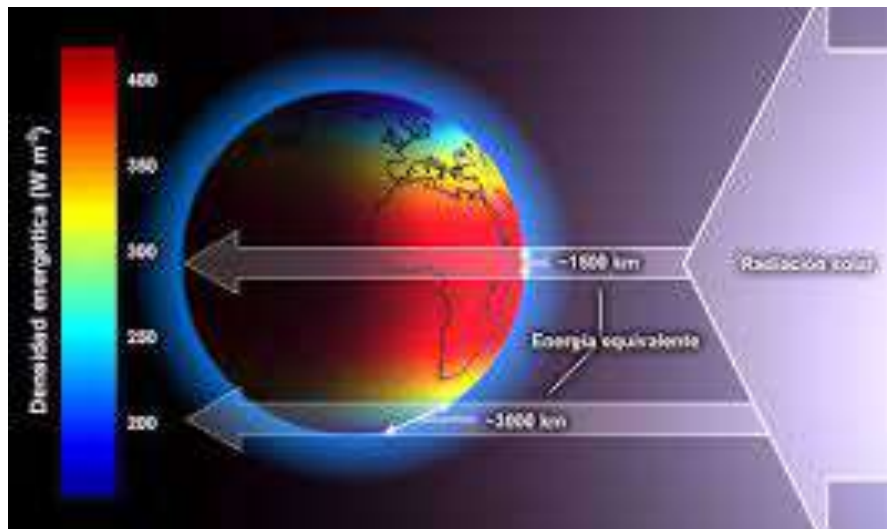
Un factor muy importante en el trópico son los vientos, que ejercen acción sobre la vegetación, puesto que son responsables de la circulación de las nubes y de la distribución de las lluvias. Esta ventilación también es favorable para mejorar el confort térmico al interior de las viviendas y construcciones que cuenten con ventanas adecuadas para que suceda este proceso.



### 1.3.3 Radiación solar

Son las horas de brillo solar en un lugar determinado y está relacionado con la cantidad de nubes del lugar, la temperatura del aire, la humedad de la atmósfera, la evaporación, la precipitación y la velocidad del aire o vientos del lugar.

La radiación en el trópico es casi perpendicular como se muestra en la imagen 5, por lo que generalmente es constante y evidencia la necesidad de técnicas para mitigar los efectos del calor producidos por esta (Urrutia, 1989).



4 **Img. 4** Incidencia del sol sobre la zona ecuatorial. (The University Corporation for Atmospheric Research, 2014)

Al estar Cali ubicada en el trópico, es ideal que las aperturas de la fachada estén dirigidas al norte y al sur para minimizar la penetración de los rayos solares.

### 1.4 Confort lumínico

Son La luz no es más que una radiación en particular y las radiaciones son una forma de energía que atraviesa el espacio, desplazándose casi de manera inmediata y que al entrar en contacto con superficies se convierten en energía térmica. La luz solar es más eficiente a la hora de iluminar un espacio, ya que la cantidad de calor acumulado resulta menor que si se hace por medios artificiales. El confort lumínico está relacionado con la comodidad visual y la percepción que podamos tener del entorno con mayor fidelidad, es la capacidad de ver con el mínimo esfuerzo (op. cit.).

## **1.5 Confort, ventilación y humedad**

El viento es una necesidad primaria para el bienestar térmico o confort ambiental de los usuarios de un espacio, por lo tanto el confort humano depende de la adecuada utilización de este (Fuentes, 1995).

Si la humedad del aire es baja, permite mayor evaporación de la humedad de la piel (sudor). De esta forma el ser humano se refrigera, cediendo calor y humedad al aire. Este proceso se complementa con el movimiento del aire que ayuda a esta refrigeración (Serra, 2006).

Generalmente la temperatura que se presenta al interior de las viviendas populares o autoconstruidas es mayor que la del ambiente exterior, debido al efecto de la ocupación, de la falta del movimiento del aire al interior y del exceso de humedad. Este problema sólo se puede mejorar si se logra generar un movimiento del aire, capaz de reducir la sensación de calor.

## **1.6 Confort e infraestructuras**

Uno de los primeros aspectos que se deben tener en cuenta para lograr el confort en una vivienda, más que la temperatura del aire, es la radiación. Ya que ésta es la que penetra directamente al interior por medio de las aberturas, paredes y cubiertas. De este modo, esta radiación es la que influye directamente en el bienestar térmico de los ocupantes (op. cit.).

## **Capítulo 2: Fachadas**

### **2.1 ¿Qué son las fachadas?**

La fachada es objeto de especial cuidado en el diseño arquitectónico, ya que es la única parte del edificio que se puede ver desde el exterior, muchas veces es el único elemento que brinda la vivienda para expresar o caracterizar la construcción.

### **2.2 Historia de la fachada arquitectónica**

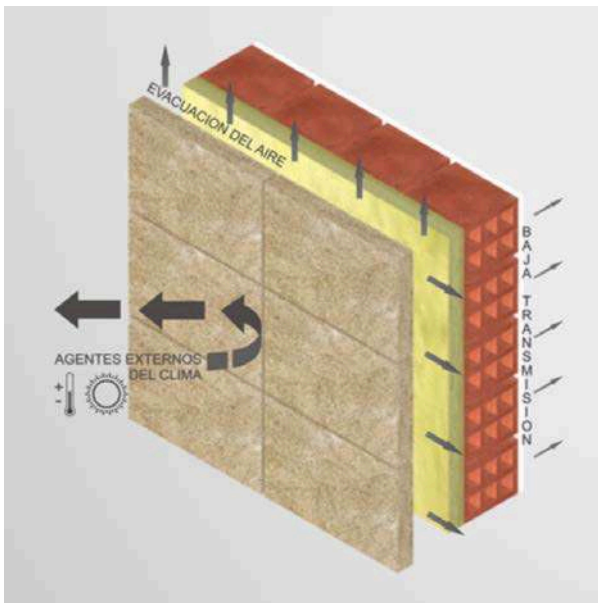
La fachada ha experimentado muchas transformaciones a lo largo de la historia por servir de soporte para representar los distintos estilos arquitectónicos. Sin embargo, los cambios más profundos han sido consecuencia de la evolución de las técnicas constructivas.

Tradicionalmente, la fachada ha sido al mismo tiempo la estructura y el cerramiento del edificio, y por tanto la capacidad de abrir huecos para iluminar,

ventilar, o disponer de vistas al exterior ha sido limitada. El desarrollo histórico de la fachada ha sido pues una carrera tecnológica en pos de ampliar estos necesarios huecos.

El tamaño y disposición de los huecos ha estado condicionado fundamentalmente por dos limitaciones: la capacidad para abrirlos y la capacidad de protegerlos. (Wikipedia, 2014)

### 2.3 Principio de Fachada ventilada



5 *Img. 5* Esquema de fachada ventilada.

Es un sistema constructivo de cerramiento exterior constituido por una hoja interior, una capa aislante, y una hoja exterior no estanca. Es una solución habitual en edificios institucionales y representativos.

La función principal de una fachada ventilada es aislar el interior del exterior, gracias al sistema de capas se crea una cámara de aire y debido al calentamiento o enfriamiento del recubrimiento exterior se genera una variación entre la densidad del aire en el exterior y el que se encuentra en la cámara, provocando en esta un movimiento circulatorio del aire. De esta manera se reducen las transmisiones térmicas del exterior,

permitiendo la obtención de un ambiente adecuado en la vivienda y ayudando a disminuir el consumo energético. (Más que piedra, 2014)

## Capítulo 3: Ventana

### 3.1 ¿Qué son?

El término proviene del latín *ventus* (viento), haciendo referencia a la capacidad de ventilación que proporciona. Antiguamente la ventana también se denominaba fenestra ó también "*finistra*", de forma idéntica como se le llama en latín y en griego. Este sería el modo directo de derivación etimológica. La palabra también está definida como una apertura en un cierre vertical, cuyo límite inferior está por

encima del nivel del suelo, lo que permite la penetración lateral de la luz del sol, la vista exterior y ventilación natural (Nico-Rodrigues, 2008).

Durante la evolución de la vida, el hombre necesitó elementos que le proporcionaran confort y seguridad para su supervivencia. De este modo, la necesidad de transformar su entorno dio origen al desarrollo de nuevas tecnologías y materiales. Estas transformaciones fueron cambiando de acuerdo a las características climáticas, la topografía, entre otros factores, con el fin de mejorar su calidad de vida.

Algunos elementos de la vivienda como la ventana, fueron convirtiéndose en elementos indispensables, adoptando diferentes tendencias estéticas y técnicas dependiendo de las características del lugar. De este modo, las tipologías y la tecnología de construcción evolucionaron cuando el hombre sintió la necesidad de integrar el ambiente exterior con el interior por medio de la ventana, convirtiéndose en un elemento fundamental de la arquitectura que permite controlar el intercambio de temperatura, el paso de luz, la entrada de aire, el ruido y la seguridad.

La ventana no es un simple dispositivo que permite ventilar e iluminar una habitación, esta lleva consigo los valores simbólicos culturales y estéticos, que son inseparables de la idea que se tiene de la ventana (Gonçalves, 2006).

### 3.2 Tipologías y Aspectos morfológicos (Imagen 5. Anexos)

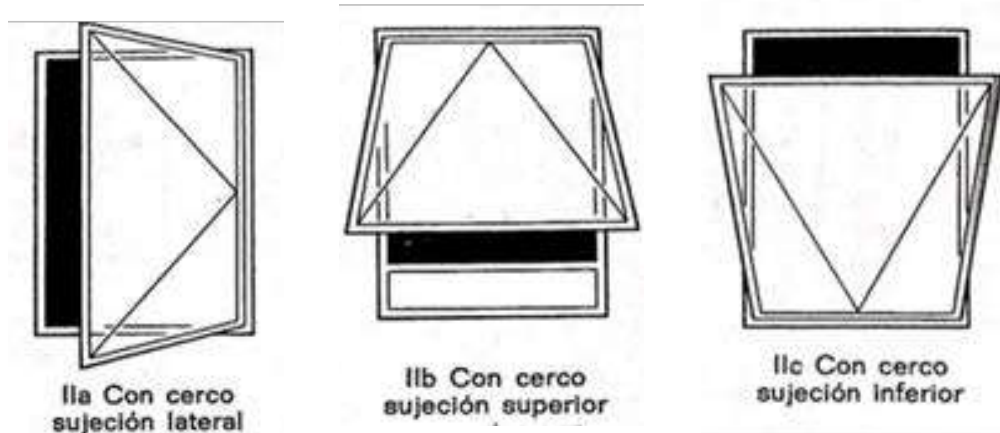
La ventana es reconocida como el elemento principal en las aperturas de fachada y a través del tiempo, ha sufrido diversas modificaciones en cuanto a su parte estructural y funcional. A continuación se presentan las diferentes tipologías con sus características morfológicas principales.



1) Ventanas fijas: son adecuadas para espacios que no necesiten ventilación, se pueden fabricar en diferentes formas como rectángulos, arcos, círculos, trapecios, etc. Cuentan con un alto aislamiento térmico y acústico.

6 **Img. 6** Ventana Fija. (Puertas y aberturas Oblak, 2013)

- 2) ventanas con marco:
- a. sujeción lateral (giratoria)
  - b. sujeción superior (levadiza)
  - c. sujeción inferior (abatible)

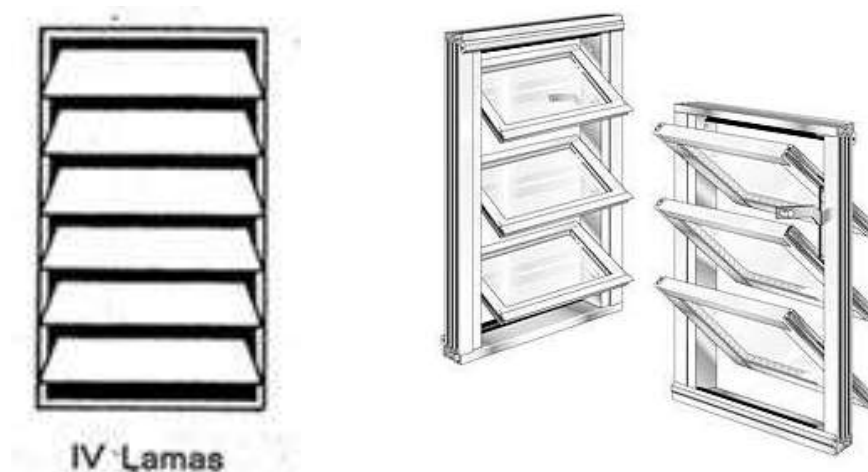


7 *Img. 7* Tipologías de ventanas (Urrutia, 1989)

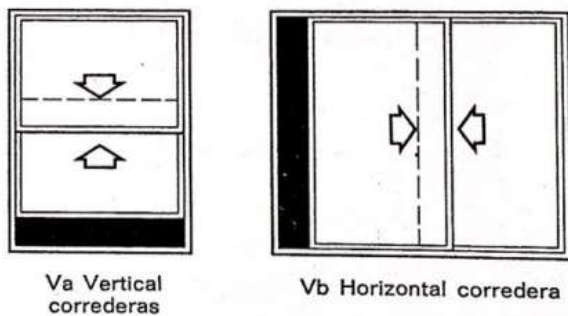
3) Ventanas pivotantes: son de fácil mantenimiento, ya que es posible limpiar la cara exterior desde el interior. Cuentan con un alto aislamiento térmico y acústico, las posiciones intermedias de la apertura permiten diferentes niveles de ventilación, facilita el diseño limpio sin travesaños o postes.

- a. Giro horizontal (centrada o no) (basculante)
- b. Giro vertical (centrado o no)

4) Ventanas de lamas: permiten la entrada controlada de aire.



8 *Img. 8* Tipologías de ventanas (Urrutia, 1989)



5) Ventanas correderas: son muy cómodas de manipular, permiten la ubicación de mobiliario, cortinas, etc., ya que su apertura no ocupa espacio al deslizarse. No ofrecen un alto aislamiento.

- a. Recorrido vertical (de guillotina)
- b. Recorrido horizontal

9 **Img. 9** Tipologías de ventanas (Urrutia, 1989)

6) Ventanas de doble acción: ofrecen más de un movimiento (J.A.Godfrey, 1978).

Otros aspectos morfológicos:

- Ventanas altas y estrechas: proporcionan mejor penetración de la luz diurna. Estas ventanas eran características del periodo neogótico.
- Ventanas largas y horizontales: Proporcionan menor penetración de la luz diurna, normalmente son combinadas con luz artificial para lograr el equilibrio de estas.

### 3.3 Historia

A través del tiempo la forma en que el hombre ha concebido su hábitat y su manera de vivir, ha estado muy ligada a los diferentes procesos históricos de su entorno, caracterizados por circunstancias, eventos, ideologías, hechos de carácter económico, cultural, social y político, que han generado los diferentes escenarios que constituyen el contexto externo de la arquitectura (Jiménez, 2009). En este punto, el hábitat desempeña un papel fundamental, pues se convierte en la representación física de sucesos históricos, que son expresados a través de diversas formas estéticas que reflejan la necesidad latente del hombre por adaptarse de la mejor manera a su entorno. En el caso de las aperturas de fachada, resulta muy interesante dar una mirada a las transformaciones que se dieron en éstas, en términos no solo físicos, sino también de significación, entender un poco por qué la ventana es un elemento tan relevante en la construcción y que además de hacer parte de nuestra cotidianidad, constituye un factor fundamental en el estudio del confort térmico de las viviendas.

#### 3.3.1 Caracterización de la ventana en épocas

Las ventanas se han desarrollado de acuerdo a la evolución de los materiales y a los avances de técnicas de construcción, ligadas siempre a la necesidad del ser humano por encontrar las condiciones adecuadas para habitar. Los primeros registros de ocupación permanente datan de aproximadamente 15 mil años atrás

en el periodo neolítico, para este entonces el hábitat consistía en un espacio con una única abertura como se observa en la imagen 10. Más tarde, con el descubrimiento del fuego, se hizo necesario el uso de otras aperturas, pero al mismo tiempo surgió la necesidad de cubrirlas de manera temporal para proteger a los habitantes de los ataques de animales y otros factores del exterior (Nico-Rodrigues, 2008), razón por la cual se hacía uso de follajes de paja, piel animal y otros materiales para cubrir el orificio.



10 **Img.10** Ventana de habitación de la prehistoria (Nico-Rodrigues, 2008)

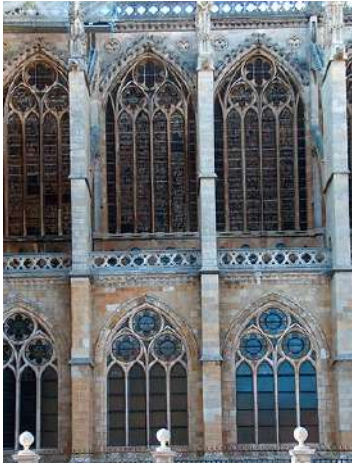
Más adelante, se evidenció la necesidad de proteger la ventana contra factores del exterior pero permitiendo el paso de luz, fue entonces cuando aparecieron las ventanas con barrotes cruzados (imagen 11), las ventanas de papel en el Lejano Oriente, y la técnica de aplanar piezas transparentes de cuerno de animal y placas



11 **Img.11** Reja de hierro de una ventana de (CONNOLLY, 1998)

de mármol en rodajas muy finas. Los romanos fueron quienes introdujeron las ventanas con vidrio hacia el año 65 d.C. En Alejandría se empleó el vidrio fundido, aunque este tenía propiedades ópticas muy deficientes. (Centro de Artigos, 2011). A pesar de esto, el uso del vidrio no se extendió hasta el siglo XIII en las iglesias (imagen 12) y hasta el siglo XVI en las casas. Este uso en las iglesias ocurre cuando el factor de relación entre vistas hacia el exterior cobra mayor importancia en la ventana, probablemente debido al factor de deslumbramiento por resplandor del

cielo, que se encontraba estrechamente relacionado con las creencias religiosas y la valoración del cielo como símbolo de Dios.



13 **Img. 12** Catedral de León de la Corona de Castilla, segunda mitad del siglo XIII. (Arteguias, 2010)



12 **Img. 13** Ventana colonial de postigos y barrotes (Edubetakey, 2011)

Viendo un poco más hacia la historia en Colombia, durante el periodo colonial son característicos la ventana de postigos (imagen 13) que permite la apertura diferencial y el balcón, que aparece tardíamente como expresión de los procesos de “desinteriorización” (Jiménez, 2009). Las tapas de los postigos de este tipo de ventanas eran de madera, contaban por lo general

con una cornisa también de madera en la parte superior y barrotes de hierro forjado.

Más adelante en el periodo republicano (1810-1930) vemos las fachadas simétricas con ventanas de postigos y celosía superior, además de vanos con énfasis vertical. Durante este periodo, vemos que el paso de la Colonia a la república, representó un periodo importante en cuanto a la independencia del dominio español, sin embargo mucha de la arquitectura reflejaba de forma tardía el proceso histórico vivido en Europa, las casas tradicionales de entonces contaban con patios internos (imagen 15), donde las ventanas estaban direccionadas hacia el interior, como los ejemplos de la Antigua Grecia con los denominados peristilos (imagen 14) (Pacios internos rodeados por corredores).

Después de los años cincuenta y hasta la actualidad vemos como en Colombia la estética se refleja en la cantidad de estilos que se desarrollan a diario, en la mayoría de casos, basados en modelos extranjeros, dejando un poco de lado las tradiciones y la herencia cultural de la historia de nuestro lugar. En Cali, por ejemplo, es muy usual encontrar ventanales de vidrios con perfiles metálicos y cortinas al interior (imagen



14 **Img. 14** Peristilo de las casas griegas. (Nico-Rodrigues, 2008)



15 **Img. 15** Casa colonial de Bogotá (Bogotá D.C, 2013)





16 **Img.16** Ventana Actual con perfiles metálicos. (Ferromax, 2012)

16), lo que provoca un efecto negativo para el confort térmico. De igual manera muchos otros ejemplos de cómo la estética y las intervenciones actuales han dejado un poco de lado la funcionalidad de la ventana.

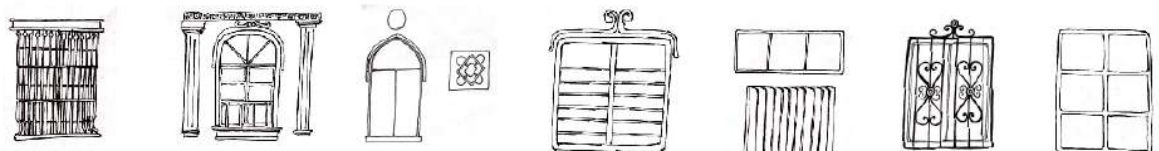
Contexto Mundial					
Prehistoria	Antigüedad Clásica	Edad Media	Renacimiento	Siglo I	
Período Neolítico	Tijera Año 337 a.d.c.	ROMA Año 63 d.d.c.	Siglo XIII		
Primeros registros de ocupación permanente	Pequeñas aberturas en fachadas de templos	-Cuero de animal -Piezas ajadas de cuero de animal (translúcidas) -Placas de animal en rodaje fijas - Papel como recubrimiento (Lejano Oriente)	ROMANOS Inven en el vidrio en las ventanas	Uso de vidrio en iglesias. Estrategia de efectos de luz al interior (Cortejo social)	Popularización de ventanas recubiertas de vidrio se introdujo el bastidor moderno y captar el vidrio

Línea del tiempo de la ventana. Aperturas de fachada a través de la historia. Fuente propia, 2014



Colombia				
Periodo Colonial 1536 - 1810	Periodo Republicano	Periodo de transición a la modernidad (1930 - 1945)	Periodo moderno (1945-1959)	Nuevo Siglo
Siglo XVII Mercedes porfiria de la compañía	Siglo XVIII Independencia del dominio español	Siglo XIX	Años treinta	Años treinta

<p>Escenas intermedias, negación a lo público como factor de protección que genero la edificación</p> <p>Sistema de muros que permite la apertura diferencial de muros</p>	<p>-Ventanas "arredadas"</p> <p>-Vanos proporcionalmente verticales y ubicación aleatoria.</p> <p>-Alero de protección.</p>	<p>Haciendas.</p> <p>Apertura de las fachadas.</p> <p>Poder económico y dominio de la tierra asociado a la empresa.</p> <p>-Vanos hacia patios interiores</p>	<p>Crucientes ideas de progreso ingresaron el "estilo europeo", símbolo de prosperidad y riqueza.</p> <p>-Cayo de Cemento y hierro. Resemblanza del adobe por el ladrillo.</p> <p>-Énfasis en verticalidad y tamaño de los vanos.</p> <p>-Diversificación de molduras y talas en yeso</p> <p>-Profusa ornamentación: Mansardas, arcos, balcones, balustradas, fillos y filletas.</p>	<p>ventanas en forma de ojo de buey</p> <p>Influencia Art Deco</p> <p>Resaltan las líneas geométricas.</p> <p>Relación directa entre el interior y el exterior</p> <p>-Vanos horizontales</p> <p>-Rejas de hierro forjado</p> <p>-Calados en concreto</p> <p>-Ventanas con guardapolvos</p> <p>-Resparse aleros (con cascotes)</p> <p>-Reja como "escape".</p>	<p>-Ventana corrida.</p> <p>-Aluminación volamétrica.</p> <p>Efecto de horizontalidad.</p> <p>-Mazo protegido de los vanos</p> <p>-Protección solar.</p> <p>Ventanas reuocadas, perzolo.</p>	<p>Sistema estético de esa abstracción (50 - 60)</p> <p>Gran avance en edificaciones, arquitectura popular va en el intento de reproducir el estilo republicano, pero haciendo uso de los nuevos materiales.</p>	<p>Diminución dramática de las áreas y de las calidades ambientales en los solares habitacionales</p> <p>Producción masiva de vivienda</p>	<p>Cobran fuerza cartones del auto tráfico.</p> <p>Riesgada de seguridad generadora del existo de las construcciones</p> <p>-Rejas de geometría elaboradas en barrios populares</p>
--	---	---	--	--	--	--	--	---



### **3.4 Significado: conexión con el exterior**

Como pudimos observar a través de la historia, las aperturas de fachada han sufrido innumerables cambios causados por la relación entre el individuo habitante y el exterior, esta relación ha adquirido importantes significados, entre los cuales se encuentra la posibilidad de la vista hacia el exterior y la privacidad. Probablemente no podríamos imaginarnos viviendo en una casa sin ventanas, pues nos sentiríamos encerrados en un baúl, la ventana es entonces la conexión principal del edificio con el medio ambiente externo y tiene una la connotación de "permitirnos estar afuera sin salir de casa".

Sin embargo desde la morfología, se dan muchos cambios que pueden estar interviniendo en esta relación hombre-entorno desde el edificio, esto debido a las variables socioculturales, como en el caso de Cali, cuando se observan casas con excesivos enrejados, debido a la actual situación de inseguridad que se presenta, esto puede tener un impacto aún mayor en el confort térmico pues debido a los recursos económicos muchas personas que "autoconstruyen" sus casas deciden disminuir el tamaño de las ventanas o en algunos casos omitirlas por el costo en el que pueda incurrirse en el enrejado.

## **Capítulo 4: Contexto**

### **4.1 Santiago de Cali**

La Santiago de Cali fue fundada en 1536, es la capital del departamento del Valle del Cauca y está ubicada geográficamente en la costa Oeste de Colombia. Cuenta con la Cordillera de Los Farallones en el Oeste y el Río Cauca en las Llanuras del Este (Alcaldía de Santiago de Cali , 2012). Es considerada como el centro industrial más relevante del occidente de Colombia, su posición geográfica la coloca como la puerta al mar para nuestro puerto en el pacífico (Comité Organizador VI Juegos Panamericanos, 1970).

Cali es la tercera ciudad más poblada del país (Jaramillo, 2005), el 83% de los habitantes pertenece a los estratos 1, 2, y 3 (Tabla 1), estos sectores, al igual que en muchas otras ciudades de Latinoamérica, son denominados comúnmente como grupos o sectores "populares", ya que se ubican en asentamientos de zonas rurales y urbanas conformando generalmente más de la mitad de la población de la ciudad. La arquitectura popular se encuentra presente en estos sectores, lo cual es de gran interés para el proyecto por ser una población representativa.

ESTRATO	CLASIFICACIÓN	PORCENTAJES
1	BAJO-BAJO	20%
2	BAJO	31%
3	MEDIO-BAJO	32%
4	MEDIO	7%
5	MEDIO-ALTO	8%
6	ALTO	2%

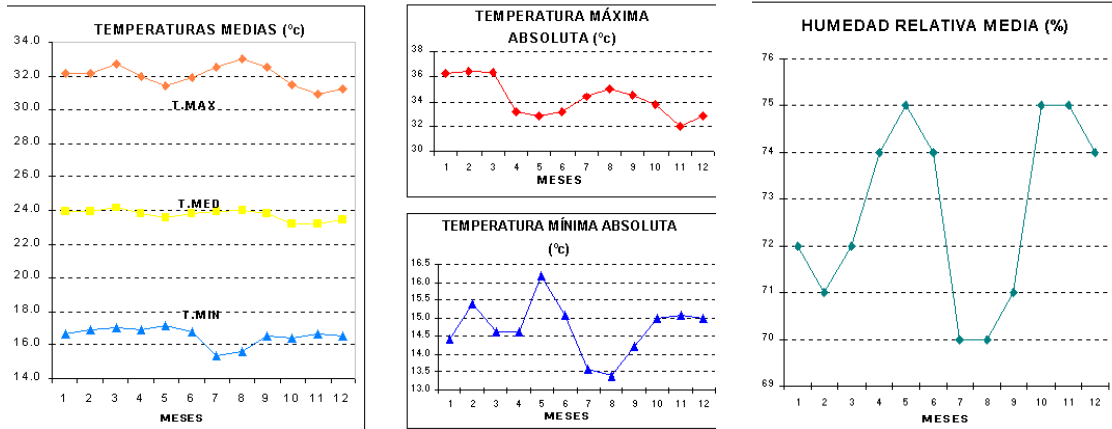
Cali cuenta con una valorable arquitectura urbana, entre la cual aún podemos encontrar construcciones contemporáneas ubicadas en los barrios tradicionales, donde además permanecen iglesias, museos y teatros declarados hoy en día como monumentos nacionales (Alcaldía de Santiago de Cali, 2012).

**Tabla 1** Porcentaje de habitantes por estrato en Cali

#### 4.2 Características del clima cálido-húmedo (Santiago de Cali)

Cali hace parte del 83% del territorio colombiano que se encuentra en zonas cálidas (Urrutia, 1989), se encuentra ubicada en un valle a una altura sobre el nivel del mar entre 970 y 1.030 metros (Gamboa, 2011), una altitud bastante baja comparada con el resto de ciudades importantes del país. Esta ciudad se caracteriza principalmente por tener un clima de sabana tropical, con días cálidos y soleados durante todo el año, donde la temperatura media es de 23.6 °C, con un mínimo promedio de 18.7 °C y un máximo promedio de 30 °C. Cali cuenta con zonas aledañas que tienen diferentes temperaturas, las partes planas a la orilla del río Cauca suelen ser mucho más calientes que las que están en la cordillera como el Saladito, Felidia y otras (Alcaldía de Santiago de Cali, 2012). Las temporadas secas y de lluvias son variables durante todo el periodo del año, sin embargo predominan las altas temperaturas, la mayor registrada en la historia, ha sido de 39 °C (Off2, 2012).

Los frentes de aire húmedo provenientes del Océano Pacífico son bloqueados en gran parte por la cordillera Occidental, lo cual provoca que las personas perciban una mayor temperatura. Aunque existen muchas clases de vientos, en Cali solo hay vientos locales, éstos por lo general se movilizan después de las tres de la tarde (Salazar, 1976), el 79% del tiempo es periodo de calma y los vientos más imponentes son los de dirección Oeste. Con respecto a las lluvias, la ciudad se encuentra situada en una de las zonas de menor precipitación y se habla de un promedio de entre 100 y 150 días de lluvia en el año (Gamboa, 2011)



17 *Img.17* Temperatura media y humedad relativa en Cali (Ideam, 2014)

Un factor fundamental en el clima es el efecto producido por la radiación solar, ya que generalmente esta impacta de manera constante en la ciudad durante el transcurso del día, Cali tiene un brillo solar entre 140 y 180 horas/mes como se muestra en la imagen 17, lo cual es un factor muy positivo para las condiciones de iluminación natural de los espacios, pero no tan favorable para el confort térmico.

En regiones de condiciones climáticas similares a las de Cali se busca mitigar los efectos del calor principalmente a partir de la ventilación y la protección de los rayos solares por medio de edificaciones con grandes aberturas y protegidas de la radiación (Markez, 2012).

### 4.3 Impacto del confort térmico en la vivienda

Los sectores denominados como “populares” son en muchas ocasiones los más afectados por el efecto del calor, debido a que los materiales usados para la construcción de sus viviendas no son adecuados y además no existe planeación en la construcción de éstas ni en la ubicación de las aberturas para ventilación por parte de profesionales.

El impacto de la radiación solar al interior de las viviendas empeora debido a los materiales usados en las cubiertas, ya que en lugar de cumplir la función de barrera, generan una especie de captor de color, transmitiéndolo al interior, esto sumado al tamaño de las ventanas ya que en proporción al área interior, no son suficientes para hacer circular el aire caliente.

#### 4.4.1 Tipologías de vivienda: Vivienda de interés social

La Vivienda de Interés Social (VIS) es aquella Unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción.

(Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2013). Es la vivienda dirigida a las personas menos favorecidas de Colombia y las cuales devengan menos de cuatro (4) salarios mínimos mensuales legales vigentes, estas personas cuentan con un subsidio de vivienda otorgado por las cajas de compensación familiar y el Gobierno nacional, el cual se puede recibir en dinero o especie.

Existen dos tipos de vis:

Vivienda de Tipo 1: Es aquella cuyo valor no supera los 50 SMLMV

Vivienda de Tipo 2: Es aquella que oscila entre 50 y 70 SMLMV

### **Área mínima de lote para VIS Tipo 1 y 2:**

<b>Tipo de vivienda</b>	<b>Lote mínimo</b>	<b>Frente mínimo</b>	<b>Aislamiento posterior</b>
Vivienda unifamiliar	35 m <sup>2</sup>	3.50 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>
Vivienda bifamiliar	70 m <sup>2</sup>	7.00 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>
Vivienda multifamiliar	120 m <sup>2</sup>	—	—

Tabla 2 Área mínima de lote para VIS Tipo 1 y 2 (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2010)

#### **4.4.2 Arquitectura popular**

Una característica primordial de los denominados sectores populares, es que conservan las tradiciones locales o regionales de las antiguas generaciones (Aguirre, 2011). Dicha característica se ve reflejada en las viviendas, las cuales para el caso de estos sectores se encuentran ubicadas en asentamientos de zonas rurales y urbanas conformando generalmente más de la mitad de la población de la ciudad. La característica primordial de estas zonas, es la variedad de estilos arquitectónicos producto de la planeación informal concebida por el estilo personal de cada ocupante (op. cit.).

Dentro de estas tradiciones culturales de vivienda, se encuentra la llamada Arquitectura Popular, que se caracteriza por la autoconstrucción, entendida como el proceso donde no intervienen arquitectos ni grandes constructoras, sino los comúnmente llamados "maestros de obra" quienes trabajan por lo general a partir del conocimiento empírico obtenido por la experiencia previa, que va evolucionando de generación en generación. Estos "maestros de obra" son quienes materializan las ideas de los propietarios, siguiendo una estética sugerida por el medio.

La gran mayoría de las viviendas de los sectores populares son y probablemente seguirán siendo construidas de forma vernácula (Aguirre, 2011), una arquitectura que busca suplir las necesidades del hombre, que son diferentes en cada lugar, adaptando el tipo de vivienda de acuerdo al entorno en el que habita y a sus parámetros ambientales. Esta adaptación también está ligada a las características estéticas y estructurales que se han venido dando en estos lugares a través del tiempo.

#### **4.4.3 Haciendas**

Las Haciendas ocupan un lugar importante en el patrimonio de los países ya que han jugado un papel principal económica y socialmente. Estas casas fueron construidas por lo general en grandes hectáreas de terreno. Actualmente en el caso de Cali, la gran mayoría de las que se encuentran aún en pie, están ubicadas en las afueras de la ciudad, donde los procesos de urbanización no son aún tan invasivos.

Las grandes haciendas que rodean las poblaciones empezaron a jugar un papel aún más fundamental cuando los centros urbanos comenzaron a crecer y en los casos donde se dio un cambio rápido, las tierras valoradas para la agricultura y/o la ganadería pasaron a ser más valoradas como tierras urbanizables o haciendas de visita, lo cual se convirtió en un gran negocio (Barney, 1994).

El valor principal de las haciendas, radica en la arquitectura que se conserva, en muchos casos son modestas, ya que no han tenido remodelaciones con el objetivo de conservar las características propias de cada lugar. Sus patios, por lo general muy abiertos al paisaje y al clima, tienen acequias, y los corredores periféricos, o corredores parciales, permiten una ventilación y entrada de luz natural ideal (Barney y Ramírez, 1994). Actualmente, puede darse que estas arquitecturas empiecen a cambiar por la concepción de seguridad de lo cerrado y las transformaciones sociales.

En gran parte de las haciendas se realizan intercambios de productos, básicamente alimentos, siendo la leche el principal producto de intercambio diario. Desde las haciendas también se comercia hacia las grandes ciudades.

### **Capítulo 5: Estándares de habitabilidad**

A pesar de que en Colombia se cuenta con diferentes proyectos en el campo habitacional y de Urbanización (Banco Mundial, 2010), según el documento de "Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana", el país carece de avances tecnológicos constructivos que permitan la producción masiva de vivienda a bajo costo, con mayor rapidez y con estándares de calidad espacial

aceptables, ante lo cual se hace necesario nuevas maneras de abordar la arquitectura y la planificación de la vivienda, con normas, estándares y buenas prácticas de diseño y construcción (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

En el documento además, se especifica que: "*No existen estándares de construcción en materia de ventanas y puertas en el país, tampoco parámetros normativos de ventilación natural*". Debido a esto, muchas de las casas que se han construido tienen y seguirán teniendo problemas de confort térmico al interior, mientras no se inicien proyectos como este que indaguen y sienten bases en cuanto a los elementos de la materialidad de la vivienda, con el fin de incentivar nuevas normas de habitabilidad en el país.

## **Capítulo 6: Análisis de usuario**

### **6.1 Factores culturales**

Desde sus orígenes la arquitectura ha buscado dar abrigo y protección a sus moradores (Viqueira, 2001). La historia de todas las civilizaciones da una muestra de las soluciones que se han generado en busca del hábitat, y cómo las tradiciones han influido de manera importante en la aplicación de conceptos. Alberto Saldarriaga denomina el desarrollo de la arquitectura como práctica cultural (1988).

Es la cultura la que de cierta forma moldea nuestra percepción de la estética de los espacios, siendo transmitida a través de símbolos, por medio de los cuales el hombre perpetúa el conocimiento. Asimismo sucede con el significado de los tejidos en la cultura Colombiana, un objeto tejido es un signo, y dentro del contexto socio-cultural es un lenguaje no verbal a través del cual se comprende la conexión que existe entre la naturaleza, el hombre, la sociedad y el objeto, que integrados hacen parte de vida cotidiana en cada comunidad.

El tejido aparece desde los primeros tiempos como una consecuencia utilitaria y complementaria de la vida ya que está ligado a las necesidades básicas. La invención de la estructura tejida es la organización más antigua y la más 'universal', se presenta en todas las civilizaciones y agrupaciones sociales del mundo sin dejar de lado las culturas primitivas y étnicas que han existido o existen hoy en día. (Guerrero, 2013).

En el caso de los sectores populares en la ciudad de Cali, existen otras variables además de la percepción estética, que influyen en la percepción del confort,

generalmente estas personas suelen tener objetos arraigados a su cultura con los cuales se identifican y desarrollan un sentido de pertenencia especial, que a su vez los hace percibir\*experimentar un mejor confort psicológico, lo cual se transmite en un estado de tranquilidad y familiaridad con algún estilo.

## **6.2 Factores económicos**

El nivel económico de las personas determina el tipo de vivienda que habitan, ya que, dependiendo del poder adquisitivo podrá tenerse acceso a consultorías con constructoras o profesionales y a materiales de construcción adecuados para la edificación. Sin embargo, es claro que las personas con un poder adquisitivo menor, no deberían estar excluidas ante la posibilidad de tener una vivienda que cuente con condiciones de habitabilidad adecuadas.

## **6.3 Factores fisiológicos**

Las extremas temperaturas generan problemas que afectan de manera importante la salud de las personas, sus emociones y comportamientos. Según la OMS<sup>1</sup> (2013), *“Las temperaturas extremas del aire contribuyen directamente a las defunciones por enfermedades cardiovasculares y respiratorias. ...provocan además un aumento de los niveles de ozono y de otros contaminantes del aire que agravan las enfermedades cardiovasculares y respiratorias”*.

Además de esto, pueden presentarse calambres, agotamiento por calor, deshidratación, entre otros, que afectan en mayor medida a las personas de edad avanzada y a niños menores de 4 años.

## **6.4 Factores Psicológicos**

*“Las respuestas humanas a los parámetros ambientales, sea desde el confort o desde la percepción y la estética, son dependientes de la psicología de las personas usuarias del ambiente”* (Serra, 2006), esto denota que cada ser humano percibirá de manera diferente las diversas variables envueltas en la percepción del confort térmico y la estética.

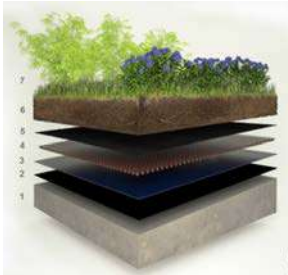
## **Capítulo 7: Estado del arte**

Actualmente debido al gran aporte tecnológico y científico, vemos gran variedad de ejemplos acerca de cómo el ser humano ha desarrollado sistemas innovadores en los diferentes campos del conocimiento para implementar soluciones a los problemas de su entorno. El interior de la vivienda, constituye uno de los entornos con los que el ser humano se relaciona constantemente día a día, éste se encuentra afectado por las condiciones climáticas del contexto y las diferentes





dinámicas sociales a su alrededor. A continuación se presenta un compendio de las diferentes soluciones que se han generado en los últimos años en las aperturas de fachada y de vivienda en general enfocadas en el confort de los ocupantes.

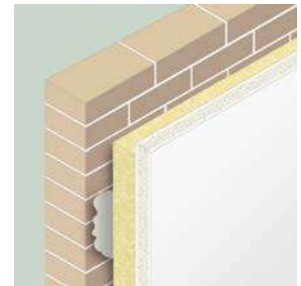


18 **Img.18** Techos verdes (Gania, 2011)

-Techos verdes (imagen 18):

- Reduce la contaminación del aire.
- Agregan un valor estético.
- Reduce el calor de las zonas urbanas.
- Los techos verdes absorben partículas de polvo y gases contaminantes presentes en el aire.
- Se pueden cultivar vegetales.
- Mejoran la calidad de vida (Torres, 2013)

-Trasdosados (imagen 19): Corresponde a la unidad constructiva realizada “pegando” directamente al muro, en el caso de fachadas suelen instalarse placas con material aislante incorporado para otorgarle las características térmicas requeridas (Pladur, 2012).



19 **Img.19** Trasdosados (Pladur, 2012)



20 **Img.20** Vivienda en búsqueda de confort (Bercy Chen Studio, 2012)

-Vivienda en busca del confort térmico (imagen 20): El sistema mecánico combina calefacción y refrigeración, intercambio de calor geotérmico, cambio de fase de almacenamiento de calor térmico y un techo verde para la máxima eficiencia energética. El proyecto también cuenta con una piscina inteligente que proporciona una masa térmica adicional que se vincula al sistema geotérmico (Buscador de arquitectura, 2013).

-Sistemas pasivos de acondicionamiento (imagen 21): El diseño pasivo del edificio, supone incorporar soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema de la zona donde se implanta el edificio para poder conseguir confort interior, por medio del sol, reduciendo al máximo las aportaciones energéticas que supongan un consumo extra. El resultado es una vivienda confortable, durante todos los días del año, y que permite un consumo mínimo de energía (Lascano, 2013).



22 **Img.21** Sistemas pasivos (Lascano, BiblioCAD, 2012)



21 **Img.22** Fachada de la vivienda equipo Austria. Ganador. (Department of Energy Solar Decathlon, 2013)



23 **Img.23** Fachadas ventiladas (Hunter Douglas, 2014)



24 **Img.24** Torre de viento (masdarcity.ae, 2011)

- *Masdar City*: ciudad ecológica en Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos. Su objetivo es no sólo ser sostenible sino autoabastecida, unas de las técnicas para favorecer la ventilación es el diseño de una torre de viento.

## **Capítulo 8: Sostenibilidad**

El ser humano a través de la historia ha tenido que adaptarse al medio que lo rodea, sin embargo vemos una ruptura en esta relación desde los tiempos de la revolución industrial (Siglo XVIII), cuando el hombre empieza a hacer uso de recursos energéticos fósiles de forma desmedida y sin importar sus consecuencias, olvidando la importancia y el avance que se tiene hasta el momento de los recursos energéticos naturales renovables.

El uso de energía en la arquitectura y el urbanismo también ha tenido un impacto negativo por el uso de la iluminación, ventilación, climatización y energización de las construcciones, haciendo que el ser humano sea cada vez más dependiente de estos recursos fósiles que dañan principalmente su salud y economía (Fuentes, 1995).

### **8.1 Aspectos relevantes en una vivienda sostenible**

La casa sostenible ideal es una casa bioclimática, es decir, un edificio que aprovecha las condiciones naturales para disminuir en lo posible los gastos energéticos. A esta tendencia arquitectónica se la denomina bioclimatismo pasivo. (La casa sostenible, 2014)

Existen una serie de aspectos imprescindibles, aplicables tanto a su construcción como a su interior, que deben tenerse en cuenta, pues cuidar cada uno de esos detalles puede representar un importante ahorro en el consumo final. De hecho se calcula que los edificios denominados verdes y construidos siguiendo pautas bioclimáticas pueden lograr entre un 50% y un 80% de ahorro energético respecto a los convencionales. (El mundo, 2013)

Los cinco principios son: Orientación, sistemas de bajo consumo, aislamiento, usos de energías renovables y zonas verdes.

## **Conclusiones del marco teórico**

. La investigación evidencia la importancia del confort térmico al interior de las viviendas populares, y cómo éste puede mejorar sustancialmente la calidad de vida de las personas.

· Las aperturas de fachada son un elemento fundamental en la arquitectura de las viviendas, pero actualmente han perdido identidad y algunas de sus características funcionales. Se identifica a la ventana como elemento potencial para mejorar el confort térmico al interior de las viviendas de forma pasiva.

· Se identificaron las principales características de la ventana a través de la historia, tales como la seguridad y los vanos que permiten la ventilación constante.

· Debido a la falta de estándares de habitabilidad, la investigación adquiere una importancia para la fomentación en el desarrollo de normas para nuestro país.

---

## RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados del trabajo de campo, realizado principalmente en viviendas populares y haciendas cercanas a la ciudad de Cali, con un enfoque en las aperturas de fachada. Posteriormente se hace el análisis respectivo y finalmente se muestran las conclusiones que contribuirán a la generación de propuestas y sistemas de solución.

Se realizó una sesión de observación en cinco haciendas cercanas a Cali, principalmente de Cerrito, Valle y sobre la vía Cali-Jamundí, con el fin de analizar la arquitectura de diferentes épocas y lugares. El análisis se centró en las aperturas de fachada y se prestó especial atención a los materiales, forma de construcción, diseño e instalación de las ventanas. Se hicieron registros fotográficos y mediciones de estas para encontrar similitudes o diferencias entre sí.

Adicional a esto, se escogieron viviendas populares en la ciudad, donde además de observación, se realizaron encuestas (ver anexos) a los ocupantes, relacionadas con la sensación de confort térmico al interior, motivos de tener las ventanas como las tenían, importancia de estas en el día a día, y aspectos formales y técnicos. También se realizaron encuestas a los maestros de obra de quienes obtuvimos información más técnica en cuanto a la construcción de este tipo de viviendas. Igualmente se hizo un registro fotográfico de las ventanas acompañado con medidas y caracterizaciones en cuanto a materiales, procesos de instalación, distribución de las naves (divisiones de la ventana en el vano) en el espacio y mecanismos de interacción con el usuario. En acompañamiento a este proceso, se registró la orientación de cada ventana por medio de una brújula, con el fin de definir qué efecto tiene la incidencia de la radiación solar dependiendo la ubicación y dirección de la ventana.

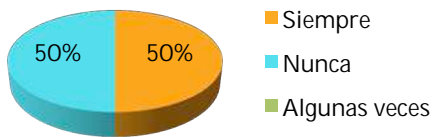
No.	LUGAR	BARRIO	ESTRATO
1	Vivienda	Alfonso López	2
2	Vivienda	Antonio Nariño	2
3	Vivienda	San Cayetano	3
4	Vivienda	El Troncal	3
5	Vivienda	Petecuy	2
6	Vivienda	Calimio	2
7	Vivienda	El Rodeo	1
8	Vivienda	Bellavista	1
9	Ventanas	San Antonio	3
10	Fotos Ventanas	Buga	-
11	Hacienda Piedragrande	-	-
12	Hacienda La Merced (Siglo XVIII)	-	-
13	Hacienda Piedechinche (300 años)	-	-
14	Hacienda Cañasgordas (siglo XVIII)	-	-
15	Hacienda El Paraiso (1816 - 1828)	-	-

**Tabla 3** Lista de los lugares visitados en el trabajo de campo.

## Encuestas

### Maestros de obra

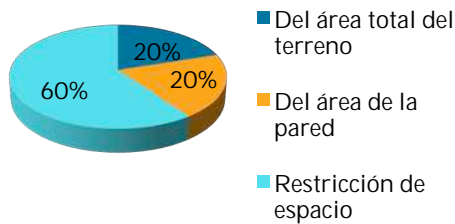
**¿Tiene en cuenta el impacto de la radiación solar y la ventilación, al construir?**



**Gráfico 1** Impacto de la radiación solar y la ventilación al construir. Cali (2014).

Como se observa en la gráfica, la mitad de los maestros de obra entrevistados no tienen en cuenta la incidencia de la radiación solar ni la importancia de la ventilación al diseñar y construir las viviendas, lo cual se ve reflejado en los inconvenientes que ocurren al interior.

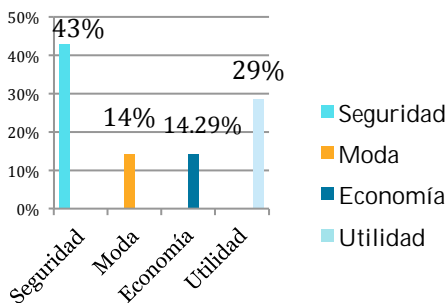
**¿De qué depende la ubicación y el tamaño de la ventana?**



**Gráfico 2** Ubicación y tamaño de ventanas. Cali (2014).

Actualmente la construcción de las viviendas populares está restringida porque su área está delimitada por otras viviendas a su alrededor, lo cual dificulta el diseño con una cantidad adecuada de ventanas que contribuyan a un excelente confort térmico al interior, que equivale a un 60% de los motivos determinantes para la ubicación de las mismas.

**Variables en el diseño de la ventana**



**Gráfico 3** Diseño de la ventana. Cali (2014).

En mayor proporción, con un 70%, la seguridad es una determinante para el diseño de ventanas, seguida de un 29% enfocado a la utilidad que ésta le brinde al usuario. En un menor porcentaje se encuentra el precio del producto versus la capacidad que tenga el propietario de pagarlo y lo último que haya salido al mercado.

## Habitantes de la vivienda

Las siguientes gráficas de pastel resumen los resultados de las encuestas realizadas a los habitantes de viviendas autoconstruidas. En estos se observan las diferentes variables que influyen en la percepción de confort térmico de los ocupantes y cómo son las condiciones usuales al interior.

Ocupando un 71% se encuentran las personas que permanecen más tiempo en la sala de su casa, ya que de acuerdo a lo observado, es el lugar de reunión y ocio más común para las familias.

### ¿En cuál parte de la casa permanece más tiempo?

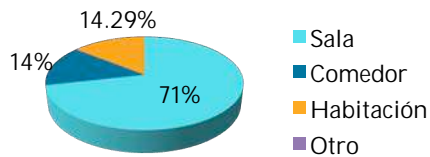
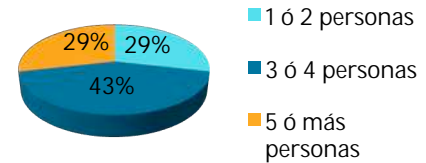


Gráfico 4 Área de mayor permanencia. Cali (2014).

Gráfico 5 Número de ocupantes. Cali (2014).

De las familias entrevistadas, con mayor porcentaje, el 43% viven con 3 o 4 integrantes.

### ¿Cuántas personas viven en la casa?



### ¿Cómo percibe la temperatura del espacio?

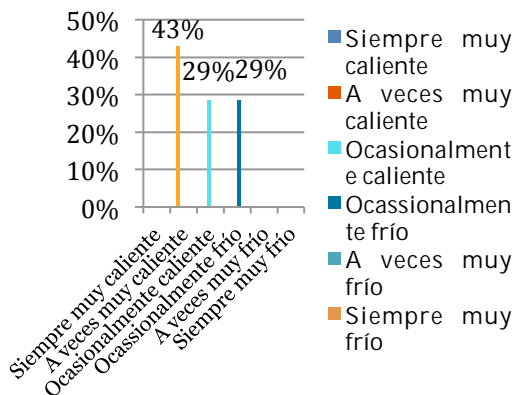
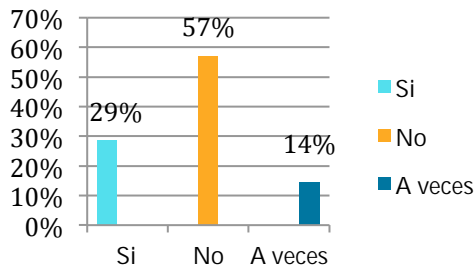


Gráfico 6 Percepción de temperatura. Cali (2014).

Aproximadamente la mitad de las personas entrevistadas, sienten que su vivienda en ocasiones es muy caliente.

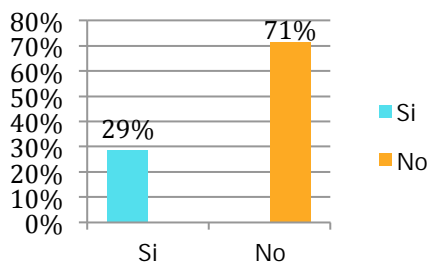
### ¿La ventilación es suficiente?



**Gráfico 7** Percepción en suficiencia de ventilación. Cali (2014).

De las casas estudiadas, el 57% de los habitantes respondieron que la ventilación al interior no es suficiente, debido a que la única ventana que da al exterior, generalmente presenta problemas para su apertura.

### Generalmente, ¿Abre las ventanas de la casa?



**Gráfico 8** Apertura de ventana. Cali (2014).

Son más las personas que no abren las ventanas por motivos de seguridad, polvo, insectos, entre otros. Esto trae como consecuencia que la ventilación e iluminación sean insuficientes.

## DISCUSIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

A partir de toda la observación e investigación, se generaron diversos interrogantes acerca de varios elementos y escenarios que aparecían de manera iterativa en los casos de estudio.

Empezando en el escenario de las haciendas el primer elemento importante que aparece es el uso de postigos como barrera para la luz y la radiación solar.



**25 Img 25.** Postigos antiguos. Tomadas en Hacienda el Paraíso, el Cerrito, Valle. (2014).



Estos postigos tienen diversas peculiaridades, entre las cuales destacamos con mayor relevancia el hecho de ser un elemento con puntos fijos pero operables (abrir-cerrar) de acuerdo a las condiciones del día y necesidades del habitante de la vivienda. Además, en muchos de los casos, se observaron postigos seccionados de manera vertical, lo cual, permite un control en la ventilación y el paso de la luz en los sectores necesarios y las áreas deseadas por el usuario.



26 **Img 26.** Postigos con secciones. Tomadas en Finca El Edén, el Cerrito, Valle. Y Hacienda Piedragrande, vía Jamundí. (2014).

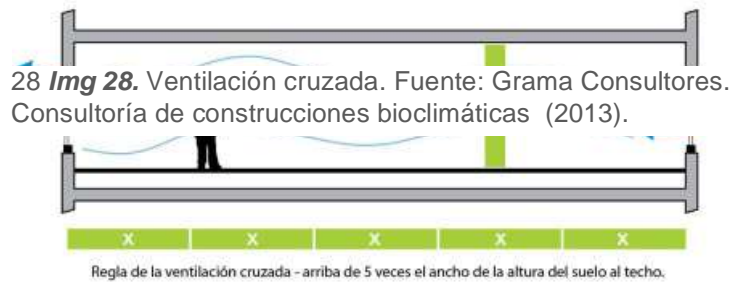
El espesor de la madera parece ser un factor que influye en el efecto de aislamiento de calor, el cual es reforzado por la construcción, ya que en todos los casos de las haciendas investigadas los muros alcanzaban espesores de medidas muy grandes, que son inconcebibles en las áreas en las que actualmente es construida la vivienda popular.

El segundo elemento importante encontrado de manera repetitiva son los vanos o salidas de aire ubicados por lo general en las partes superiores de las construcciones. Al confrontar este hallazgo con la teoría física de flujos de vientos causados por la presión, cobra mucho sentido el hecho de que estos vanos se encuentren ubicados en la parte superior, ya que el aire caliente se desplaza hacia arriba y el aire frío se queda abajo, debido a las diferencias de presión y densidad.



27 **Img. 27** Vanos y salidas de aire superiores. Tomadas en Hacienda Piedechinche, Museo de la Caña, el Cerrito, Valle. (2014).

Aunque muchos de estos ejemplos parecían aplicar las teorías de ventilación cruzada (imagen 17), por el uso de vanos a diferentes alturas y con posiciones opuestas entre sí, no se encontró un espacio con los principios dimensionales de la ventilación cruzada con respecto al ancho y altura del área.



En la investigación realizada en las viviendas de la ciudad, se encontró un elemento inesperado, ya que en un porcentaje alto de los casos, las casas al ser muy antiguas, contaban con grandes patios traseros que hacían que el ambiente se percibiera a una temperatura adecuada en comparación a la temperatura exterior.



Estas casas antiguas de ciudad, cuentan en su totalidad con al menos dos ventanas internas, lo cual de alguna manera ayuda en gran medida al tema del confort térmico. Podría entenderse que se vuelve necesario el empleo de ventanas internas debido a la restricción que se tiene con respecto a los terrenos para construcción, ya que usualmente el frente de la casa sólo permite la ubicación de una ventana al exterior, mientras los laterales de la vivienda son bloqueados por las casas vecinas, donde no tiene mucho sentido la instalación de ventanas, pues en estos contextos las viviendas tienden a crecer verticalmente por la falta de terreno.



30 *Img 30*. Ventanas al interior de casa popular en Cali. Tomada en el barrio Petecuy etapa I y El Troncal. (2014).

En la visita de casas en la ciudad también se identificaron las principales necesidades referidas a las ventanas, ya que, a través de las encuestas se pudo identificar que gran parte de las personas se ven preocupadas por el factor del polvo y los zancudos en sus ventanas.

En cuanto a necesidades de las ventanas, se encontró que una ventana no debe demandar espacio adicional en cuanto a su operabilidad (abrir-cerrar), pues las áreas de las viviendas populares autoconstruidas limitan el uso del espacio y en muchos casos tienen mesas auxiliares o muebles que imposibilitan la apertura hacia el interior.

### **Conclusiones trabajo de campo**

- Existe restricción en la ubicación y cantidad de las ventanas al exterior, debido a la poca disponibilidad de espacio en la fachada. (6 mt x 2,45 mt).
- Debido a la restricción de ventanas al exterior, es común el uso de ventanas internas que dan hacia el patio o al corredor de la casa, las cuales juegan un papel fundamental en la percepción de confort psicológico que experimenta el individuo dentro de la habitación.
- Las temperaturas registradas en las viviendas urbanas no se encuentra dentro del rango adecuado para la percepción de confort (22.8 °C – 27,7 °C). (Ver anexos. Tabla #2 Registros de temperatura)
- En el 75% los casos las personas reconocieron la importancia de la ventana y su valor para conectarse con el exterior, no obstante, el 57% de la muestra no abre las ventanas, expresando como principales causas la inseguridad, la privacidad o la imposibilidad de abrirlas debido al bloqueo por objetos al interior o por deterioro de los mecanismos.

## **Hipótesis de diseño**

Una solución para aperturas de fachada concebida de forma desestructurada en comparación a las ventanas usuales mejora potencialmente el confort al interior de las viviendas.

## **Promesa de Valor**

Desde esta perspectiva nace Véspera ventilación, como una promesa para mejorar el confort al interior de las viviendas, por medio de un sistema que retoma los principios de los elementos tradicionales de la ventana y los fusiona para dar respuesta a las necesidades de ventilación, seguridad y relación con el exterior, de manera práctica y con cero consumo energético.

## **Determinantes**

- Orientación de las fachadas.
- Superficie donde el usuario desee instalar el sistema (en caso de adaptación)
- Áreas disponibles para la construcción de la vivienda.
- Condiciones medioambientales (intemperie).
- La verticalidad del plano en la fachada de las viviendas.

## **Requerimientos**

Los siguientes requerimientos responden a las necesidades de los diferentes actores y escenarios involucrados en el proyecto y hacen parte de los resultados de la investigación que permiten continuar con la etapa de diseño.

### **Requerimientos de uso**

- Asegurar la instalación adecuada de Véspera por medio de un sistema modular.
- Practicidad en la interacción (producto-usuario).
- Debe cumplir con las dimensiones antropométricas del usuario colombiano.

### **Requerimientos de función**

- Deberá integrar diferentes funciones para responder a necesidades como la ventilación, ver al exterior y no ser visto, disminución de la radiación y seguridad.
- Considerar los colores claros para contrarrestar los efectos de la radiación solar.

### **Requerimientos estructurales**

- Todas sus partes deberán estar integradas, aunque deben permitir ser desensambladas.
- Los elementos que sean usados como mecanismos para las superficies móviles, a su vez puedan ser usados como barrera de seguridad.

### **Requerimientos técnico-productivos**

- Deberá ser posible su producción por medio de las herramientas industriales que se encuentran en el mercado actual.
- Debe ser de producción industrial.
- Los materiales deben ser amigables con el medio ambiente.

### **Requerimientos económicos o de mercado**

- El producto final debe tener un precio asequible, pero no necesariamente debe estar por debajo del de las soluciones actuales.
- El principal distribuidor es la empresa creadora del producto, además de los almacenes de construcción.
- Deberá resistir a las condiciones externas para tener una duración mínimo de 20 años.

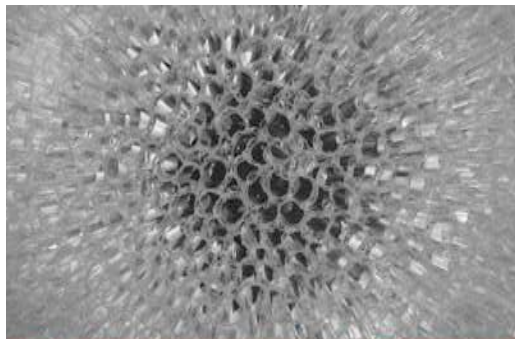
### **Requerimientos de identificación**

- La estética del producto debe considerar la simplicidad para que se pueda adaptar a diferentes estilos de construcción, sin embargo debe reflejar un estilo innovador, rompiendo con los paradigmas de la ventana actual.
- El sistema debe brindar la posibilidad de personalizar algunos elementos de acuerdo a las preferencias del usuario.
- Debe considerarse el factor de modularidad para tener la posibilidad de expandirse en diferentes áreas de la fachada.

## Requerimientos legales

- Deben considerarse las normas técnicas colombianas NTC para el desarrollo de diseño.

## Concepto funcional



*Respiración intercalada:* Es el concepto de diseño que da los lineamientos para el desarrollo de este proyecto, hace referencia a la connotación que tiene el producto de ser el único medio por el cual puede respirar la vivienda. Esto se logra por medio de la contracción y retracción de superficies que ofrece la posibilidad de aperturas diferenciales en la fachada.

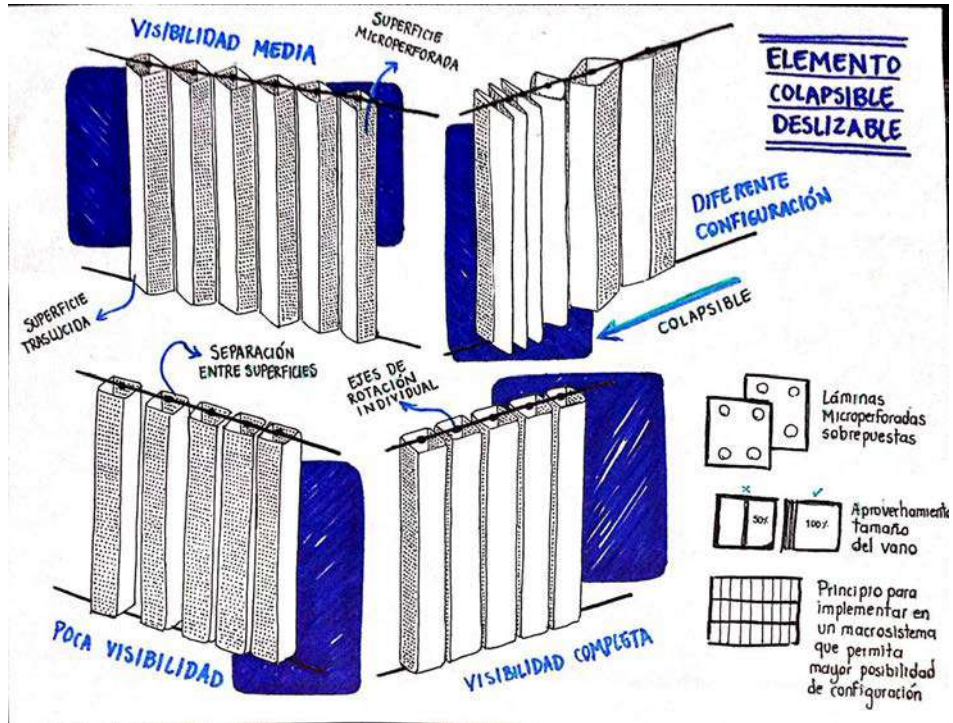
## Inspiración:

*...El tejido a través del cual se mira.*

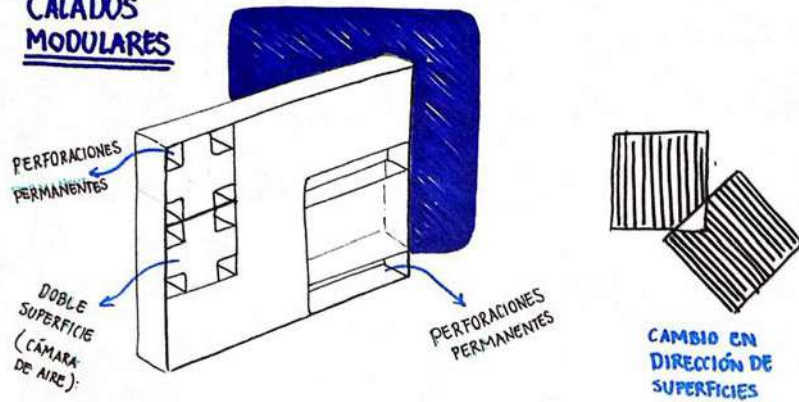


Desde la base conceptual se encuentra inspiración en la cultura tropical y sus valores regionales presentes en los tejidos, pensando que el resultado final se da a partir de la reinterpretación de lo tradicional, el diseño es una abstracción de las diversas formas geométricas, entramados y colores que se encuentran en los tejidos.

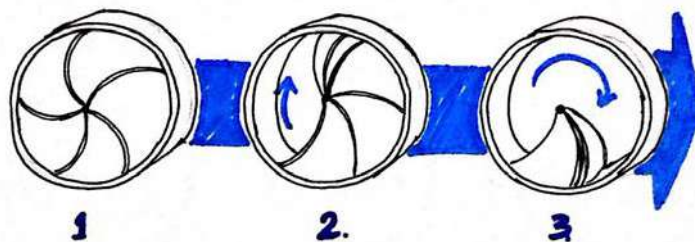
## Proceso de propuesta (Fase 1)



## CALADOS MODULARES



## CALADOS TRANSFORMABLES





## Vespoma Cubos plegables giratorios



Configuración media



Configuraciónn traslúcida (100% Luz)

**Propuesta 1.** Consta de tres componentes que se pueden abrir por secciones de manera horizontal, que le permite al usuario la apertura diferencial de acuerdo a sus necesidades de ventilación, privacidad, regulación de la penetración de la radiación solar. Los elementos que sirven como mecanismo para el sistema, al mismo tiempo proporcionan seguridad. Las caras de los cubos están compuestas por dos láminas enfrentadas microperforadas y dos láminas de un material traslúcido.



Possibilidad de plegarse en diferentes medidas por secciones

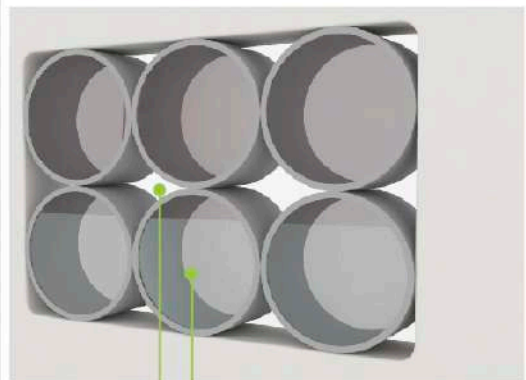
Riel fijo como elemento de seguridad

Superficie microperforada

Superficie traslúcida



**Propuesta 2.** Consta de superficies que generan una cámara de aire que impide la entrada de la radiación solar al interior, el material de éstas permite la visibilidad desde el interior hacia el exterior, pero no en sentido contrario. A su vez, de acuerdo a la composición de los elementos o módulos, se generan espacios permanentes por donde circula el aire constantemente.



Espacios permanentes para ventilación

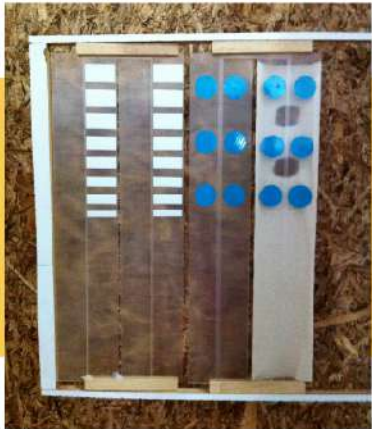
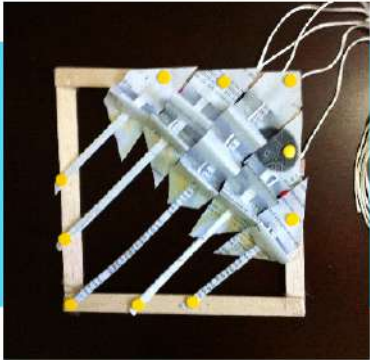
Superficies para cámaras de aire

## Vespoma Cámaras de aire

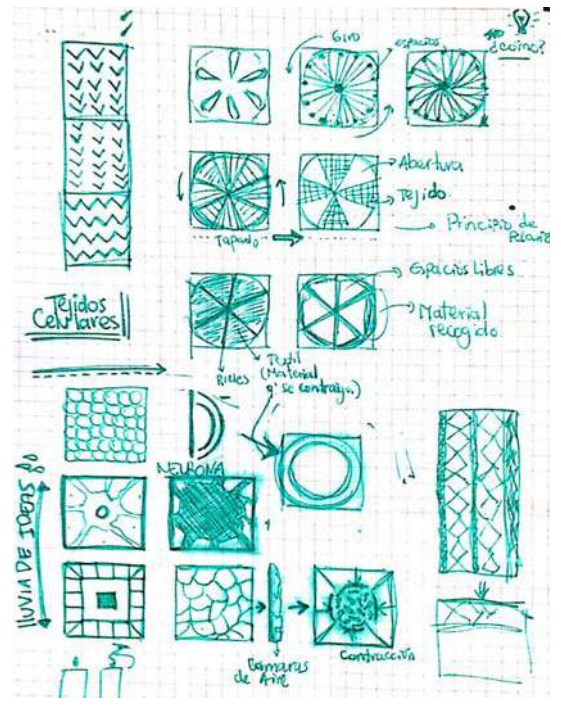
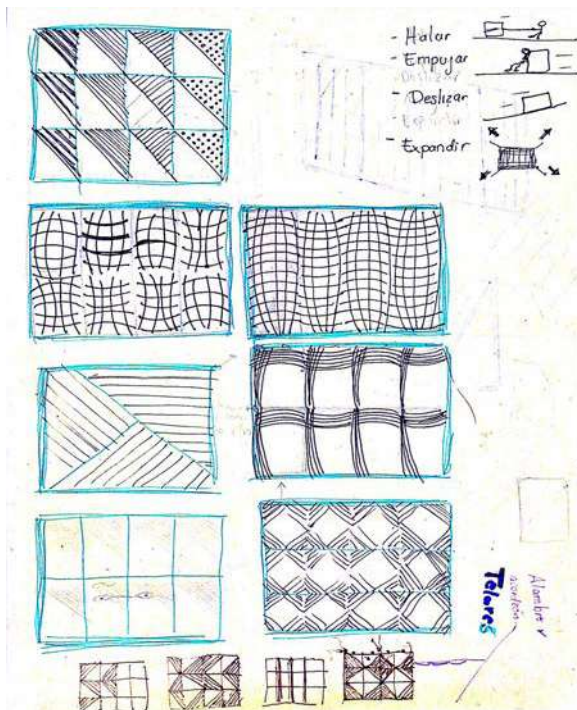
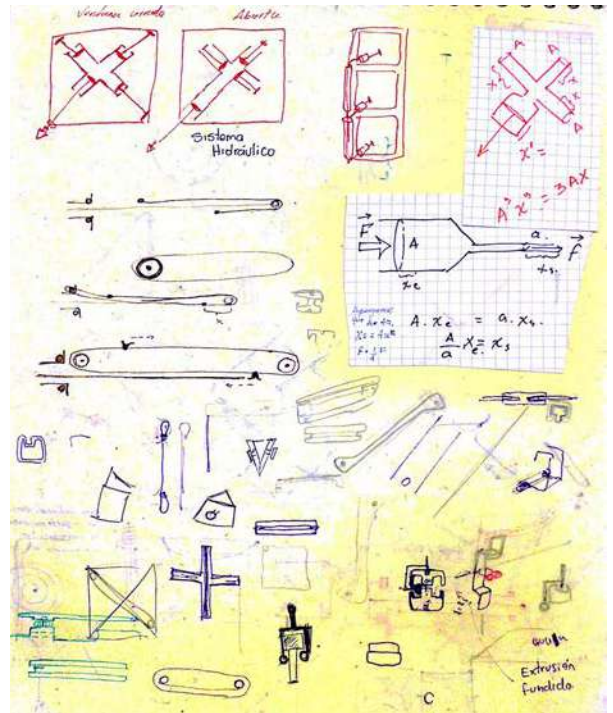
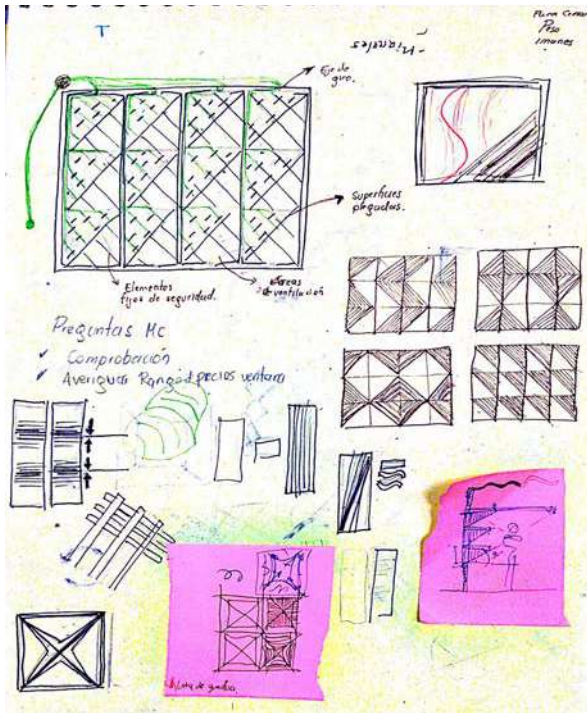


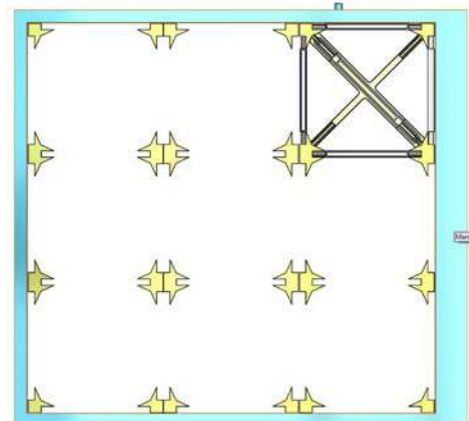
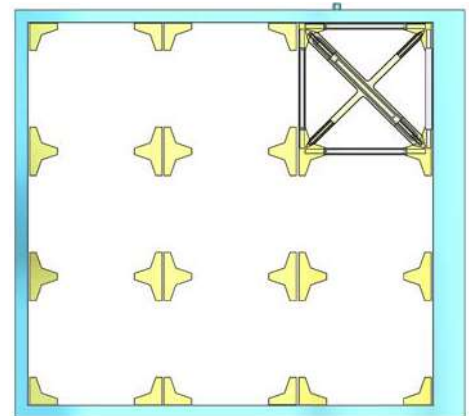
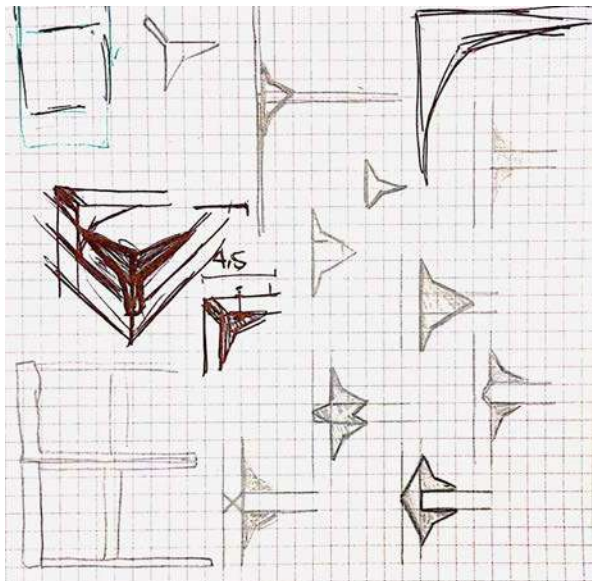
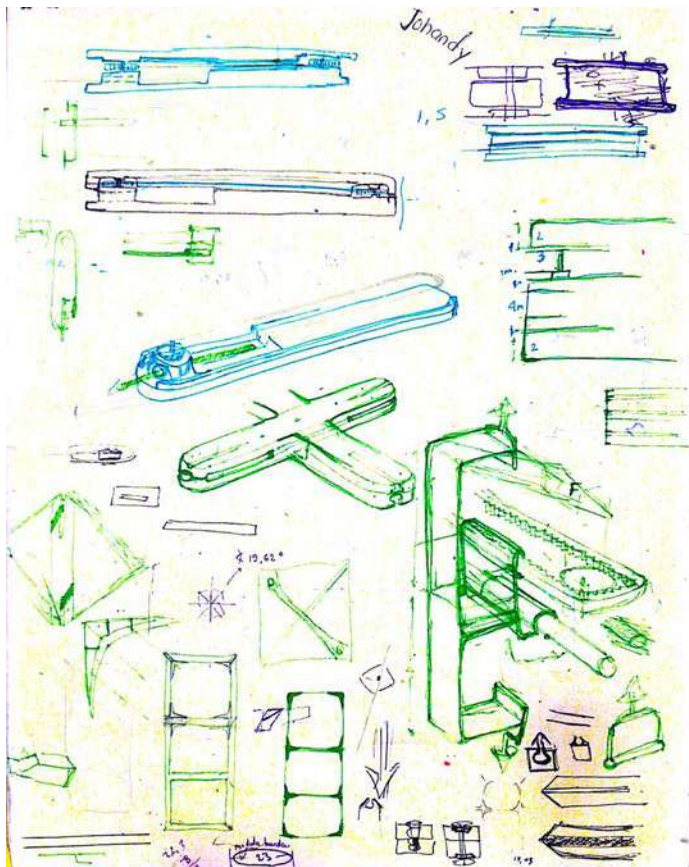


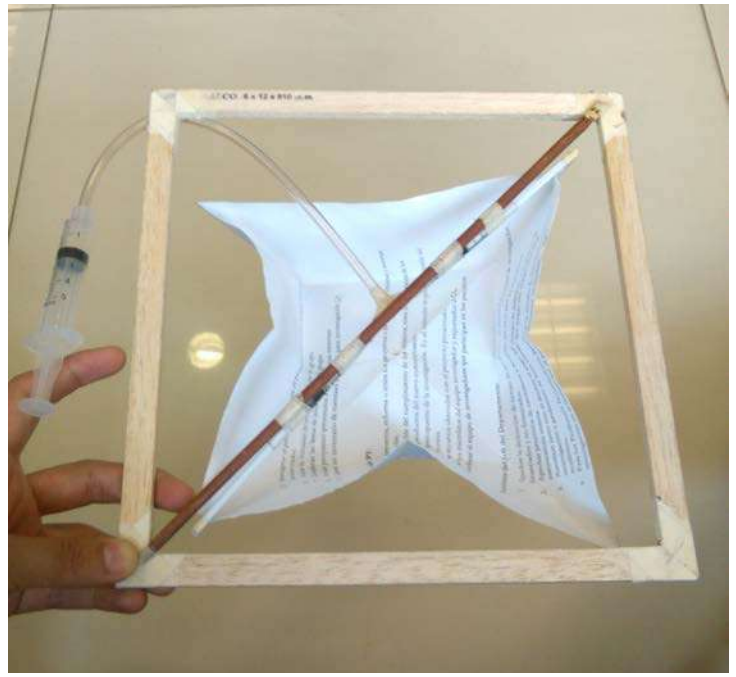
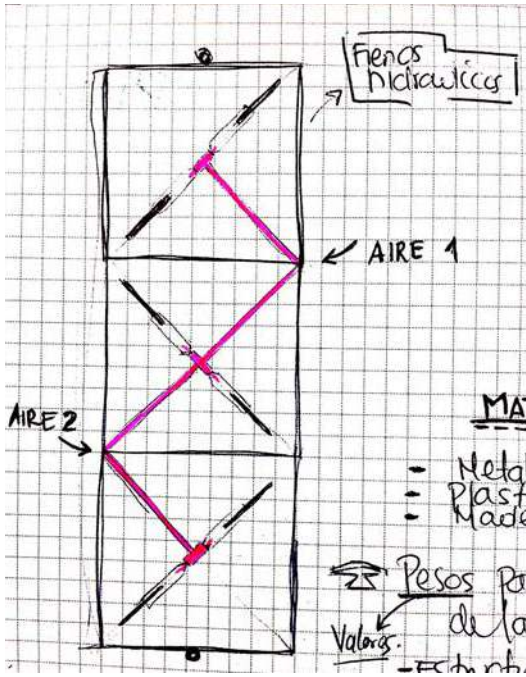
Proceso de propuesta (Fase 2)

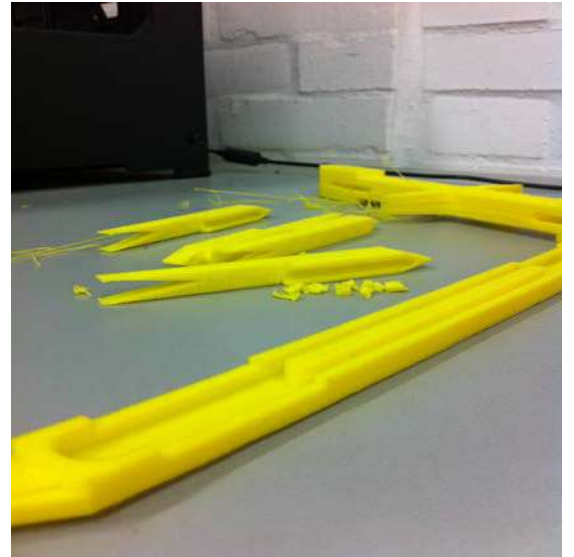
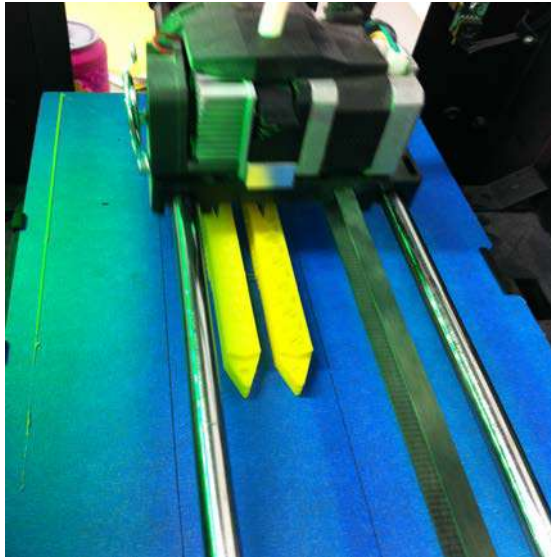
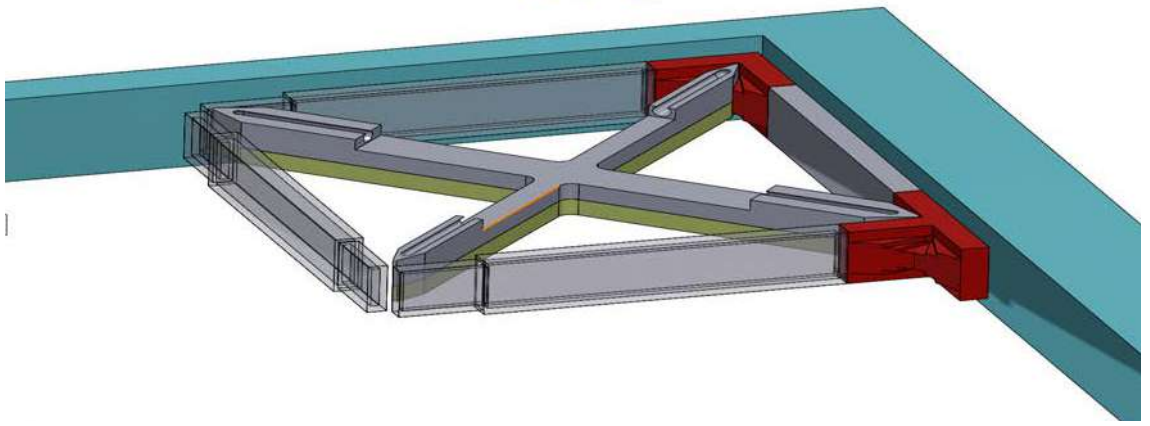


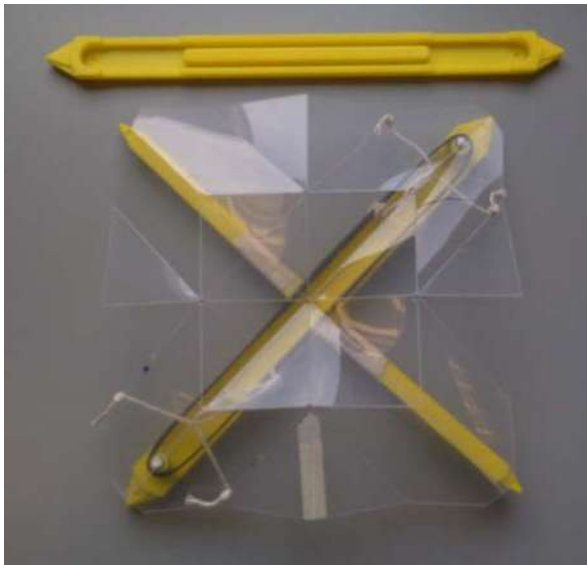
# Proceso de propuesta (Fase 3) replanteamiento











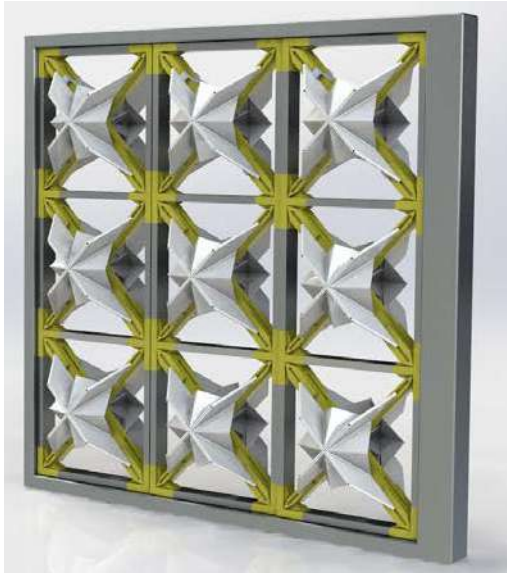
## Aspectos Productivos y de impacto ambiental

### Introducción

Un sistema de ventilación pasiva para las fachadas de viviendas ubicadas en climas tropicales, es de vital importancia para contribuir al mejoramiento del confort al interior de estas, por eso nace Véspera, una innovadora solución de diseño que cumple con características especiales que se adaptan a diferentes tipologías de vivienda y a su vez le ofrecen al usuario la posibilidad de personalizar su entorno, permitiendo reflejar los estilos propios.

### Descripción del sistema

Véspera hace parte de un sistema modular de recubrimientos de fachada el cual consta de tres divisiones que giran sobre un eje, permitiendo una apertura total del elemento. Éstos a su vez están subdivididos en tres espacios que contienen elementos que permiten una apertura diferencial siendo accionados por un sistema hidráulico ubicado en la parte derecha del módulo.



31 *Img 31*. Producto final. Fuente propia 2014

El sistema de contracción es accionado por una polea, halada por guayas que van directo al mecanismo hidráulico, esto con el fin de minimizar costos y dar como resultado una interacción más intuitiva y amigable con el usuario.

## **Producción**

### **BOM (ver archivo anexos)**

El BOM con las piezas, materias primas, procesos y cantidades necesarias para llevar a cabo la correcta fabricación de un módulo Véspera se encuentra en los anexos.

### **Procesos**

1. Corte de perfiles  
Este proceso consiste en cortar los perfiles (estándar) previamente adquiridos, los cuales son usados para el marco principal del módulo. Los cortes de los perfiles del marco principal son en ángulo de 45°.
2. Taladrado  
Este proceso se usa para perforar las piezas y posteriormente generar uniones por medio de tornillos y remaches.
3. Remachado  
Operación mediante la cual dos piezas previamente perforadas, se unen por medio de remaches que se introducen por uno de los lados de la unión y se recalcan.
4. Acabado superficial  
La anodización del Aluminio, consiste en incrementar la capa de óxido natural con lo que se incrementa la resistencia natural a la corrosión. En este proceso se pueden obtener acabados en diferentes colores.
5. Secado  
Por este proceso pasan todas las piezas a las que se les haya realizado algún tipo de acabado superficial.
6. Ensamble  
Proceso de unión por el cual pasan todas las piezas hasta obtener el producto final.



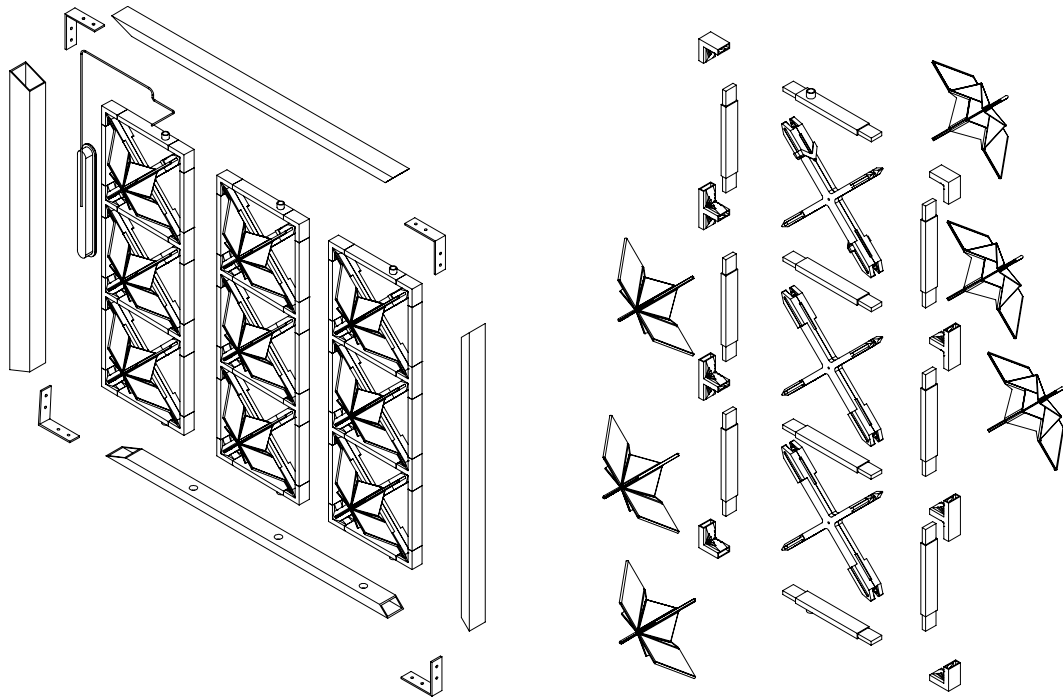
## Proveedores

Los proveedores a continuación brindan los mejores precios, calidad y eficiencia en los tiempos de entrega.

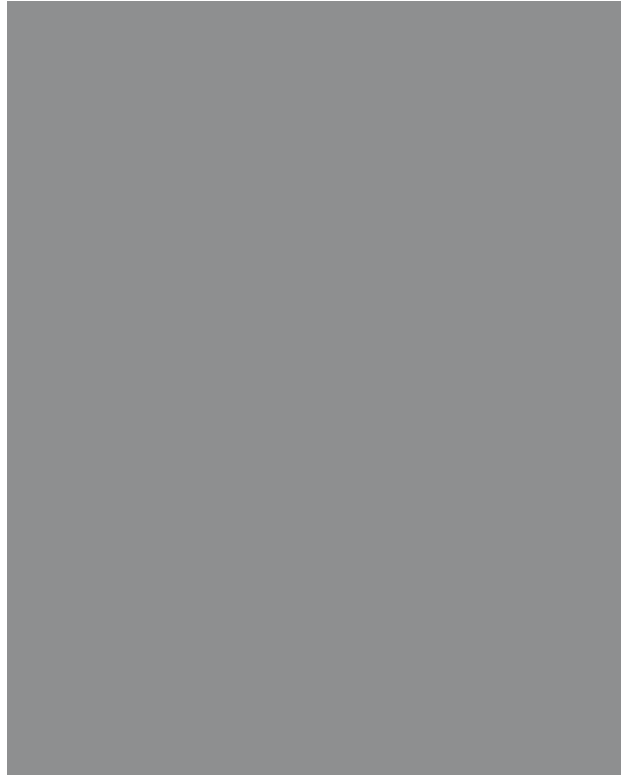
DISTRIBUIDOR	MATERIA PRIMA	DIRECCIÓN
Dario Mejía Henao S.A	Laminas polipropileno de 3 mm	Cra 8a A # 16-36
Plastilam	Laminas polipropileno de 3 mm	Calle 20 # 5-79
DCM	Correas dentadas y piñones	Cra 1 # 21-74
Bronces del valle	Fundición de piezas especiales	Cra 28c Tr33 G-08
Ferretería El crisol LTDA	Guayas y perfiles aluminio	Calle 31 # 1-52

**Fig X.** Distribuidores. Fuente propia (2014).

## Diagrama de despiece y ensamblado



32 *Img 32.* Diagrama de despiece y ensamblado. Fuente propia, 2014



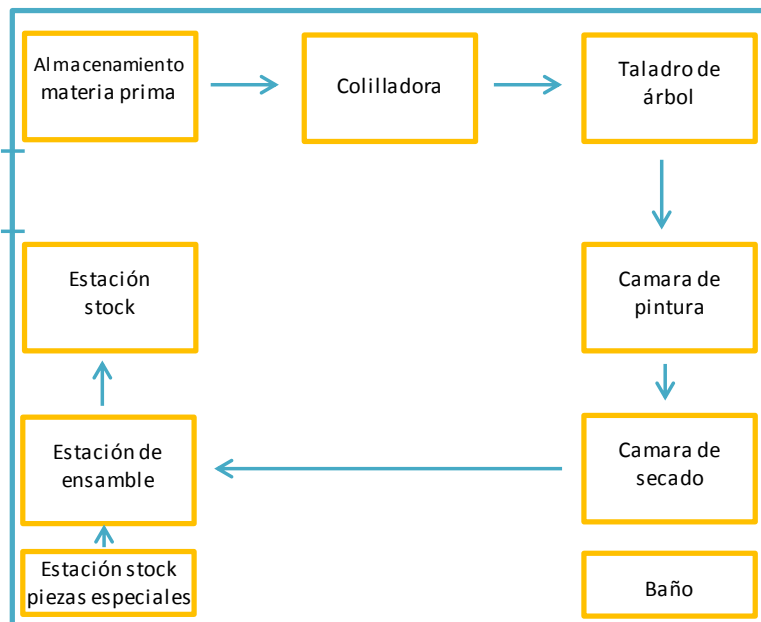
33 **Img 33.** Diagrama de despiece y ensamblado mecanismo interno.  
Fuente propia, 2014

*Planos de detalle*

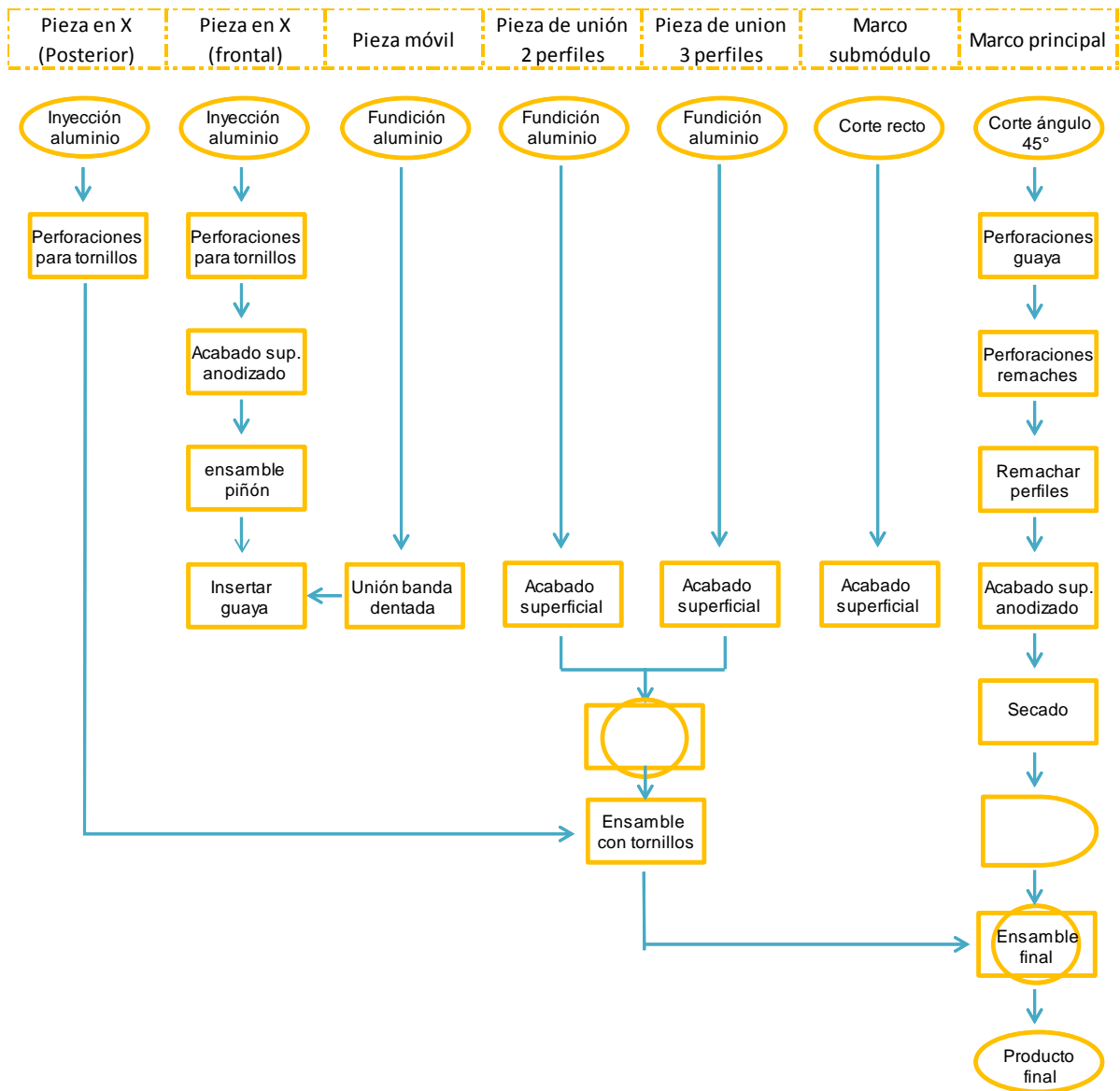
*(Ver archivos anexos)*

### **Distribución de planta y diagrama de flujo de procesos e insumos.**

A continuación se encuentra un esquema de la distribución de planta ideal para optimizar procesos y tiempos en la construcción de Véspera. Adicional a esto se encuentra el diagrama de flujo que contiene una breve descripción de la etapa de cada proceso a seguir para la fabricación y construcción de Véspera ventilación.



**Gráfico 9** Distribución de planta. Fuente propia (2014)



**Gráfico 10** Diagrama de flujo de procesos. Fuente propia (2014).

## Balanceo de línea

### Maquinaria y equipo requeridos

- Colilladora ..... 1
- Taladro de árbol ..... 1
- Cámara de pintura .....1
- Cámara de secado.....1
- Remachadora .....1

#	Descripción	Intención 2	
		Tiempo	op
1	Cortar perfiles marco principal x8	3,5	2
2	Taladrar marco principal x12	5,6	1
3	Remachar marco principal x8	2,7	1
4	Acabado superficial marco terminado	0,3	1
5	Acabado superficial piezas submarco x30	0,8	1
6	Acabado superficial piezas de union x24	0,3	1
7	Acabado superficial piezas X en x18	0,3	1
8	Secado	2,0	1
9	Ensamble mecanismos con la pieza X x9	3,2	2
10	Ensamble pieza X con submarco x9	5,0	2
11	Ensamble submarco en marco principal x3	1,3	1
	Total minutos	24,99	
	Minuto total del operario	36,6	
	Ciclo de control	5,6	
	No. De operarios	14	
	Tiempo de línea	78,4	
	% balance	46,7	
	Ciclo de trabajo ajustado	7,1	
	unidad/hora	8,4	
	Unidad/turno	67,2	
	Unidades/operarios	0,6	
	Costo por unidad	\$ 4.278	

**Tabla 4** Balanceo de línea. Fuente propia (2014).

## Impacto Ambiental

Este es un tema que está directamente relacionado con la sección de producción, ya que de este depende qué tanto impacto ambiental genera la extracción de materiales, fabricación y distribución del producto. A continuación se presentan las herramientas necesarias para conocer, mejorar e implementar los temas de sostenibilidad en el producto final.

### Análisis de Contexto de uso

<b>Para qué debería ser usado el producto?</b>	como complemento para recubrimientos de fachadas
<b>Qué necesidad suple el producto?</b>	ventilación, seguridad, protección contra la radiación, conexión con el exterior
<b>Qué hace el producto?</b>	Ayuda a mejorar el confort térmico al interior de las viviendas por medio de la fusión de cortina, ventana y reja
<b>&gt; Quién lo usa?</b>	personas que viven en casas de interés social en estratos 1, 2 y 3
<b>&gt; Por cuánto tiempo?</b>	20 años de vida útil
<b>&gt; Con qué frecuencia?</b>	A lo largo de todo el día
<b>&gt; En qué lugar del mundo?</b>	Principalmente en Cali o en ciudades con clima tropical, cálido-húmedo

**Tabla 5** Contexto de uso. Fuente propia (2014).

Al ser Véspera un producto que se acciona de forma mecánica, no genera ningún gasto energético ni impacto ambiental durante su uso, lo cual, relacionado con su tiempo de vida útil contribuyen a que éste sea un producto más sostenible y con más posibilidades de competir en el mercado actual.

### Visión general del producto

El mayor impacto ambiental se genera en la extracción de materia prima y durante el proceso de fabricación.

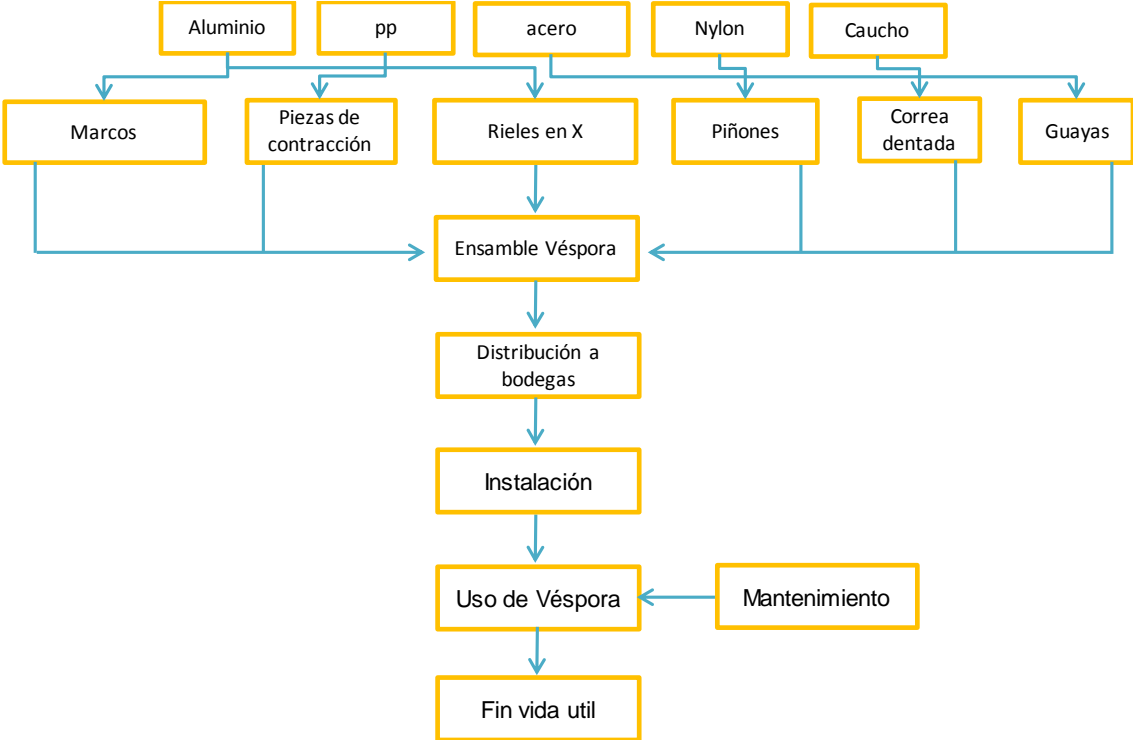


Gráfico 11 Visión general del producto. Fuente propia (2014).

## Perfil Ambiental del Producto

MATRIZ MET VÉSPORA													
LIFE CYCLE STAGE	Material	Q	Unit	Energy	Q	Unit	Toxicity	Q	Unit	Processes	Q	Unit	
Materia prima	Aluminio	2,2	Kg	Energía	Kwh	Dioxido de carbono, amoniaco, gas cloro, etileno, hidrocarburos volátiles (estireno, tolueno)	MJ	Transporte materia prima a fábrica	T				
	PP	0,1	Kg										
	Acero	2	Kg										
	Nylon	0,06	Kg										
	Caucho		Kg										
Manufactura	Fundision aluminio		Kg	Electricity	5,1 KWh	Desechos sólidos corte	0,3 Kg	Fundisión	Kg				
	Corte perfiles aluminio		Kg							Desechos Termoformado	0,8 Kg	Corte colilladora	Kg
	Extrusión aluminio		Kg										
	Acabado superficial	0,5	kg										
Ensamble	Remaches	0,4	Kg	.	.	Emisión de CO2	MJ	Transporte	T				
	Tornillos												
Uso y mantenimiento		0	Kg	.	.	.	0	Kg	.				
		0	Kg										
Final ciclo de vida								Recilaje plástico	1	kg			

Tabla 6 Perfil ambiental. Fuente propia (2014).

## Cuantificación del Impacto ambiental

Tabla en los anexos

## Conceptos y estrategias de eco-diseño implementadas.

mPts	Raw materials		Manufacturing		Assembly		Use & Mainten.		End-of-life	
	Vésp (1)	Vésp (2)	Vésp (1)	Vésp (2)	Vésp (1)	Vésp (2)	Vésp (1)	Vésp (2)	Vésp (1)	Vésp (2)
Materials	8859,9	1609,26	477	24	321	55	661,2	0	0	0
Improvement		18%								
Energy	158,50	158,50	141,14	135,2	31,82	26,00	0	0	0	0
Improvement		100%								
Toxicity	0	0	143,43	71,63	5,18	34,5	0	0	0	0
Improvement				50%						
Processes	0	0	932,19	339,01	0	0	0	0	-5400	-944,4
Improvement				36%						
TOTAL	9018,40	1767,76	1693,76	569,84	358,00	115,50	661,2	0	-5400	-944,4
Improvement		20%		34%						
TOTAL IMPACT	Vésp (1)	6331,37	Vésp (2)	1508,71	net improvement		76%			

Tabla 7 Comparación impacto ambiental Véspora 1 Vs Véspora 2. Fuente propia (2014).



*Reducir la intensidad material del producto/servicio:*

Véspora está diseñado pensando en la ligereza de sus partes, en planos que por medio de plegados generen diferentes volúmenes, esto con el fin de optimizar el espacio en el momento de ser transportados al lugar de su distribución, contribuyendo a la disminución de recorridos que se deben realizar y por ende disminución de la contaminación, gasto y emisiones de combustible.

*Reducir la intensidad energética del producto:*

La interacción que debe realizar el usuario para abrir o cerrar los módulos es completamente mecánica, así que el mecanismo no requiere de ningún gasto energético, un beneficio más que ofrece Véspora para la reducción del impacto ambiental.

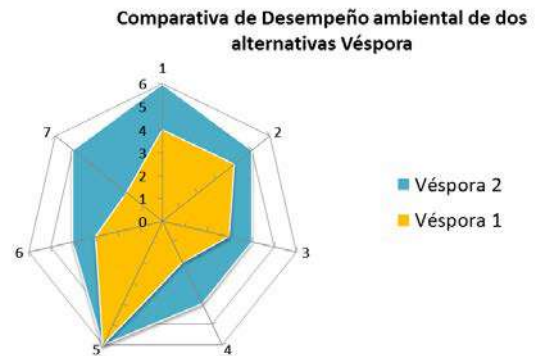
*Incrementar el contenido de materiales reciclados:*

El 90% de las uniones que se generan para la construcción de un módulo de Véspora son uniones temporales, así que al final de su vida útil, todas sus partes se pueden desensamblar y separar para su posterior reutilización o reciclaje. El material principal para la construcción es aluminio, el cual permite ser reciclado y refundido de nuevo después de su utilidad primaria, lo cual es más económico ya que consume el 5% de la energía que requiere la producción del mismo.

**Reflexión general sobre impacto de la solución.**

Estrategia	Véspora 1	Véspora 2
1	4	6
2	4	5
3	3	4
4	2	4
5	6	6
6	3	4
7	2	5

**Tabla 8** Calificación de estrategias de ecodiseño. Fuente propia (2014).



De acuerdo al desarrollo de diseño y posterior evaluación, estos fueron los resultados con respecto a la Rueda de Estrategias de Ecodiseño Okala. Lo que quiere decir que la propuesta número 2 superó la número 1 en cuanto a la flexibilidad del diseño para cambio tecnológico, minimizar cantidad de material y componentes en la fabricación, reducir el peso del producto incluyendo su embalaje, diseñar para el intercambio de elementos y a su vez que estos sean de

fácil mantenimiento y reparación y esto se ve reflejado en la disminución del impacto ambiental

### **Conclusión impacto ambiental**

Véspora es un producto que fue diseñado para una aplicación en viviendas de cero consumo energético en ciudades del trópico con clima cálido-húmedo. Desde la concepción del diseño se pretende incentivar al usuario a generar aperturas en sus fachadas a lo largo del día para contribuir al mejoramiento del confort al interior.

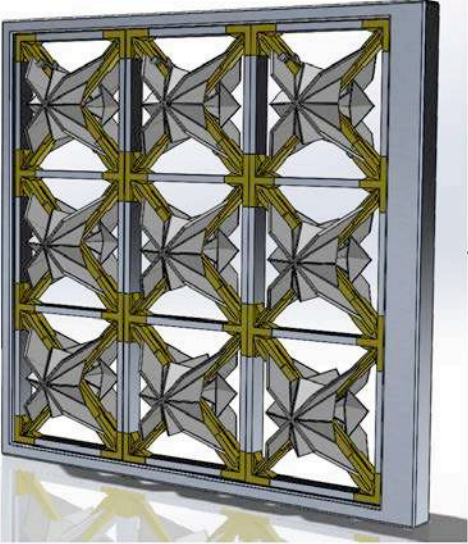
Con respecto al desarrollo de diseño, se pretende generar un menor impacto ambiental, eliminando ensambles permanentes para que la mayoría de sus partes puedan ser recicladas al final de su vida útil, también, generando volúmenes a partir de superficies planas, lo cual disminuye su vez el volumen en el momento de ser transportado el producto y así mismo los contaminantes que este conlleva.

El costo final de Véspora se acerca mucho al precio actual de productos suplementarios como ventanas, cortinas y rejas, lo cual es un punto a favor para entrar a competir en el mercado.

### **Aspectos de Costos**

La tabla a continuación muestra el precio final de un módulo Véspora, con los costos primos y el herramental incluidos.

Para obtener información más detallada del costo de cada pieza ver Matriz de costos en los anexos.

ITEM	ENSAMBLE		COSTOS PRIMOS + HERRAMENTAL
	DESIGNACIÓN	IMAGEN	
1	Aperturas de fachada y confort en la vivienda social del trópico		\$ 226,035
<b>TOTAL COSTOS PRIMOS + HERRAMENTAL</b>			<b>\$ 226,034.50</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>			<b>30% \$ 67,810.35</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>			<b>\$ 293,844.85</b>

**Tabla 9** Costos primos + herramental

### Aspectos de mercado y modelo de negocio

Al pensar en las diversas formas por medio de las cuales se pueden generar ingresos y beneficios a partir del producto, se hace necesario plantear un mecanismo por medio del cual se organicen todas las ideas y métodos más indicados para llevar la propuesta de valor a los diferentes usuarios y clientes, generando beneficios e ingresos. El siguiente es un informe de la estructura del modelo de negocio para Véspera ventilación, teniendo en cuenta todas las variables determinantes para su realización.

## **Modelo de Negocios (Canvas)**

Véspora es un producto que promete al usuario la construcción personalizada y eficiente de fachadas, por medio de la implementación de sistemas modulares de ventilación pasiva, para contribuir al confort térmico en las edificaciones del trópico, teniendo como usuario principal las familias de estrato socio-económico 1, 2 y 3, además de los obreros y constructores, quienes son los responsables de la instalación del producto.

En el modelo de negocio es importante contar con asociados claves para lograr dar respuesta a la promesa de valor, entre los cuales están los proveedores de materiales ecológicos que harán más posible la eficiencia en el funcionamiento del producto. Otros aliados clave son los organismos de certificación de sellos ambientales y entidades del Estado en el sector medio ambiental ya que con este vínculo será más viable la participación en obras relacionadas con el tema, así mismo, este vínculo se convierte en un apoyo al momento de realizar capacitaciones en las empresas constructoras sobre la importancia del factor ambiental y cómo este debe verse reflejado en los proyectos que ponen en marcha, de esta manera se destacan los beneficios de Véspora en el ámbito de la construcción eco.

Siguiendo con una de las actividades más importantes para el desarrollo y cumplimiento de la promesa de valor, se encuentra la fase de diseño, que es un aspecto diferenciador en el mercado actual ya que toma como referente e inspiración aspectos culturales y ancestrales de la región. De esta manera, se pretende dar un aspecto diferente y llamativo a la ciudad por medio de colores, formas y relieves en las pieles de las edificaciones, lo cual es el punto de partida para el desarrollo de concursos que motiven a las constructoras a desarrollar proyectos cada vez más creativos, contribuyendo al mismo tiempo con el desarrollo urbanístico de la ciudad.

Para llevar a cabo el proyecto, se necesita de una fábrica que cuente con maquinaria especializada en los procesos productivos requeridos, ya que al ser una propuesta innovadora en el mercado de la construcción, se deben adaptar nuevas técnicas y contar con personal capacitado como físicos e ingenieros de materiales y mecánicos para el desarrollo y la fabricación del producto.

El modelo de negocio apunta a que los principales compradores sean las empresas constructoras, quienes sabrán de la existencia del producto gracias a la participación del mismo en las diferentes ferias nacionales e internacionales en todo lo relacionado con el sector de arquitectura y construcción. A través de canales como este, los clientes podrán crear conciencia sobre el producto y se abrirá la posibilidad de que visiten nuestros portales web para conocer más sobre los beneficios y las características competitivas que diferencian a Véspora en el

mercado. En la página web podrán encontrar videos de las diversas pruebas de eficiencia y comprobaciones que se hayan realizado, además de fotos e información acerca de la participación en los grandes proyectos con empresas certificadas con sellos ambientales.

A través del sitio web, las empresas podrán solicitar la visita de alguno de los asesores de venta, quienes le brindarán acompañamiento personalizado en cómo el producto puede potenciar los resultados de la empresa y les enseñarán las diferentes posibilidades de compra, acordando los métodos de pago según convenga para ambas partes. Después de la compra, se hará la distribución del producto, posteriormente la empresa contará con la asistencia técnica por parte de profesionales para dar una inducción acerca del uso adecuado del producto

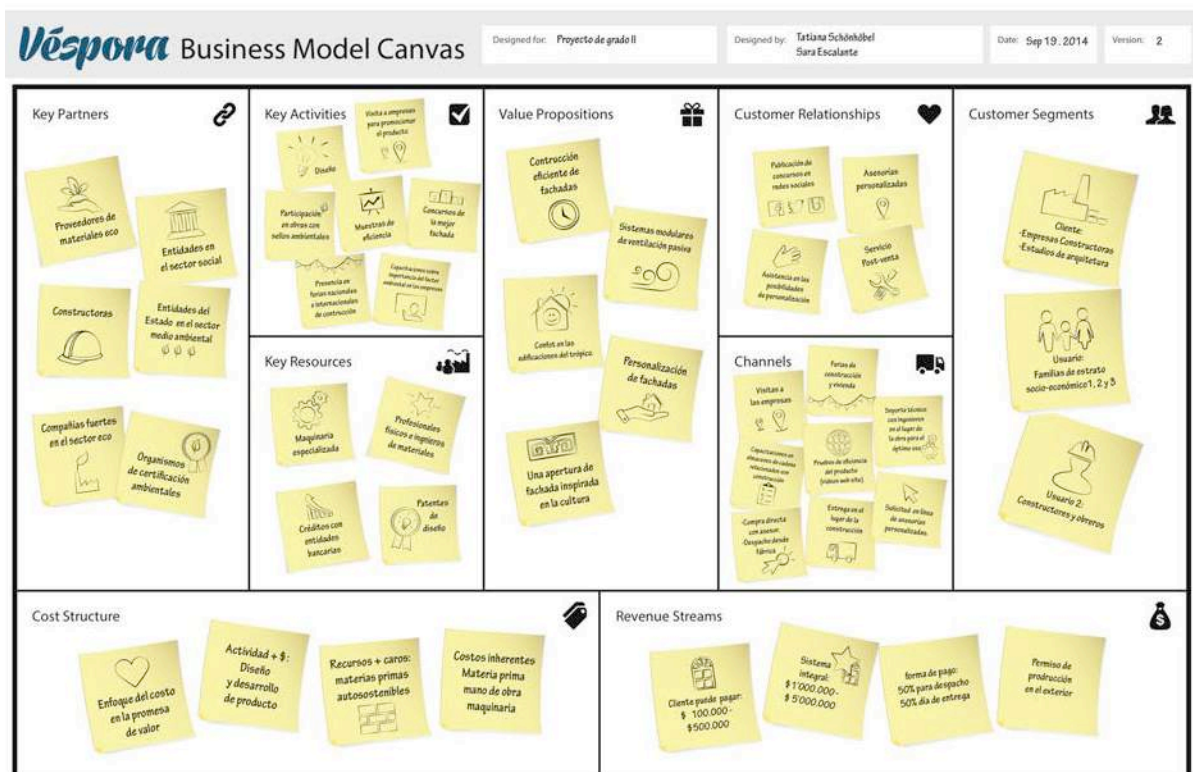


Gráfico 12 Modelo de negocio Canvas. Véspora

## Público objetivo

Según la investigación, los usuarios comprenden la alta importancia del confort al interior de la vivienda, a pesar de no reconocer la directa relación entre este

aspecto y las aperturas en la edificación. Ellos perciben la ventana como factor importante para conectarse con el exterior, y se evidencia el vínculo emocional con los elementos asociados a esta, como la cortina, cenefas y enrejado. La unión de la ventana y sus componentes tiene una connotación estética que le brinda la posibilidad al usuario de personalizar la fachada y los espacios interiores, reflejando el estilo propio.

Para poder competir y lograr preferencia del producto por parte de los clientes, se debe ingresar al mercado con un precio competitivo que no diste mucho de los precios actuales, teniendo en cuenta la relación costo beneficio. Además debe comprobarse la efectividad del mismo en el momento de la instalación y posterior interacción.

### **Segmentación del mercado con sus variables de segmentación.**

El producto pretende generar valor a un mercado masivo, ya que es un proyecto vinculado al ámbito social e impacta un gran porcentaje de la población puesto que está dirigido al mercado de la construcción de vivienda.

Según Camacol, Cali presenta un significativo incremento en la oferta de vivienda de interés social, en este año hay una oferta de 4.531 viviendas, de las cuales el 84,59% está sobre planos y el 79,9% de las soluciones son de interés social. (El tiempo, 2013)

Las cifras anteriores demuestran por qué Véspera apunta hacia un mercado masivo.

### **Cliente, Usuario, Consumidor:**

Usuario 1: Familias de estrato socioeconómico 1, 2 y 3.

Usuario 2: Constructores y obreros

Cliente: Constructoras

La cultura moldea la percepción de la estética de los espacios, siendo transmitida a través de símbolos, por medio de los cuales el hombre perpetúa el conocimiento. En el caso de los sectores populares en Cali existen otras variables importantes como la cantidad de habitantes por hogar, estas familias suelen ser numerosas aun cuando viven en espacios muy reducidos, lo cual genera un impacto negativo en la percepción de confort.

En cuanto a la economía, el 75 por ciento de las familias de los estratos 1, 2 y 3 de Cali devenga menos de dos salarios mínimos mensuales legales vigentes, sin

embargo, estas no deben estar excluidas ante la posibilidad de tener una vivienda que cuente con todas condiciones de habitabilidad adecuadas. (El tiempo, 2014)

"Las respuestas humanas a los parámetros ambientales, sea desde el confort o desde la percepción y la estética, son dependientes de la psicología de las personas usuarias del ambiente" (Serra, 2006), esto denota que cada ser humano percibirá de manera diferente las diversas variables envueltas en la percepción del confort térmico y la estética.

### **Competencia:**

#### Nacionales

*Atmosferas* : fachadas ventiladas (Atmosferas, 2012)

*Hunter Douglas*: (Revestimiento ventilados, sistemas para ventanas, persianas) (Hunter Douglas, 2014)

#### Internacionales

*Sistemas de fachadas*: fachadas prefabricadas (mex) (Sistemas de fachadas, 2014)

Grupo napresa: Fachadas prefabricadas (mex) (Grupo napresa, 2014)

*EUROSYSTEM SAS*: (ventanas, puertas y acabados de PVC con alto nivel de aislamiento térmico y acústico) (Grupo Eurosystem, 2014)

*Weber*: Fachadas con aislamiento térmico. (Weber saint-gobain, 2014)

*Kalzip*: sistemas de cubierta y revestimiento de edificios (Kalzip, 2008)

### **Mezcla de Mercadeo**

#### **Análisis del producto: Definición, identificación, empaque, precio.**

Véspera es un producto que pretende llegar a los clientes como una alternativa innovadora y autosostenible para el campo de la construcción, destacando la particularidad de ser un producto que conjuga todos los elementos de la ventana actual en una innovadora propuesta basada en las formas tradicionales de construcción que además de mejorar los niveles de confort de forma pasiva, permite la personalización de fachadas.

El diseño refleja una parte importante de la cultura encontrando inspiración en elementos tradicionales de nuestra cultura, como los tejidos en fibras naturales y sus diferentes estilos de entramados y la implementación del principio de apertura seccionada, presente en los antiguos postigos. Esto con el fin de que las personas

encuentren un sentido de pertenencia hacia un producto que se acerca mucho más a las soluciones aplicables a un clima tropical.

Así mismo la distribución del producto sigue con la línea eco, usando la menor cantidad posible de material para el embalaje y asegurando que no sufra daños durante el transporte.

El precio de productos como ventanas prefabricadas en el mercado actualmente oscila entre \$80.000 y \$400.000 para sectores del público objetivo, sin embargo vemos que la implementación de fachadas o sistemas que cumplen con características similares en términos de confort y diseño tienen un precio actual que se encuentra entre \$1'000.000 y \$5'000.000.

### **Análisis del precio:**

El precio se fijará de acuerdo a la estrategia de fijación de precios por línea de productos ya que toma en cuenta las diferencias de costo entre los productos de una línea, la evaluación de los clientes, de sus características y los precios de los competidores. (Pearson educación, 2013)

Teniendo en cuenta el desarrollo e innovación que propone este producto, el precio final de Véspera debe ser competitivo sin sobrepasar el precio de los sistemas que cumplen con características similares en cuestión de diseño y beneficios, ya que el elevado costo es lo que hoy en día impide llevar un producto de este perfil al usuario y consumidor del mercado target.

### **Análisis de la política de comunicación**

Para crear conciencia del producto en el mercado se harán capacitaciones en almacenes de cadena especializados en construcción, con el fin de lograr que los usuarios potenciales tengan un acercamiento directo con el producto y puedan conocer los beneficios y atributos que les ofrece Véspera.

De esta manera se introduce la dinámica de compra y venta, que se podrá realizar en las salas de venta en las cuales estará exhibido el producto, además se contará como principal medio de información con una página web donde se podrán encontrar videos explicativos de pruebas de eficiencia, especificaciones del producto, posibilidades de configuración y datos de interés de fácil lectura para los usuarios. Es de gran importancia para la empresa, dar a conocer los aspectos culturales y ecológicos en los que se ha inspirado para llegar al top del



mercado, haciendo especial énfasis en los diferentes sellos ambientales que tiene el producto.

Para continuar con campañas publicitarias / de promoción, se seguirá con la misma dinámica de reuniones en almacenes de cadena y en los puntos directos de venta realizando capacitaciones sobre el impacto del manejo de materias primas de construcción y cómo estas afectan el medio ambiente, con el fin de concientizarlos de los beneficios de usar los elementos modulares Véspera.

### **Análisis de la distribución: transporte, empaque, venta**

A través de las salas de ventas y la página web, los clientes podrán seleccionar y asesorarse en el uso del producto para hacer su compra de forma directa, asegurando la entrega entre 5 y 6 días hábiles. La bodega estará ubicada en el sitio de la fabricación, de donde se harán los despachos en camiones dos días a la semana, para ser entregados en el lugar de la construcción o en cualquier otro definido por el cliente.

Para un mayor aprovechamiento del espacio a la hora del transporte, el empaque del producto estará diseñado para que estos puedan apilarse, ocupando el menor espacio posible. Necesariamente este empaque debe estar fabricado en un material biodegradable que le brinde protección pero reduciendo en lo posible el uso del mismo, es decir, sin necesidad de llegar a un empaque completamente sellado tipo caja.

### **Conclusiones mercadeo y modelo de negocio**

-En el modelo de negocio de Véspera el sector de la construcción juega un papel fundamental.

-La estrategia de venta debe estar basada en un direccionamiento de la empresa hacia el cliente y no viceversa.

-El precio final del producto debe no debe sobrepasar el precio actual de sistemas con características similares de diseño y beneficios, que en la actualidad solo son implementados en estratos altos. La tendencia eco es un elemento importante para destacar en las diferentes estrategias publicitarias, tanto como en la página web y los productos y servicios de la empresa.

## CONCLUSIONES FINALES

-La **ventilación** y la **radiación solar** son factores que afectan de forma opuesta, positiva y negativamente a la vivienda, es necesario una intervención integral en la fachada para lograr un equilibrio de forma pasiva entre favorecer la ventilación y disminuir el impacto de la radiación solar, lo cual se logra con Véspera gracias a la configuración modular de paneles para ventilación y paneles de muro. La etapa final de este proyecto se basa en el sistema modular de ventilación, logrado como un desarrollo de diseño industrial en las aperturas de la piel de la edificación, que son uno de los elementos más eficientes para restaurar el confort térmico de manera pasiva en una vivienda.

-La solución integral de fachadas Véspera, se piensa como una aplicación en las nuevas viviendas de los estratos 1, 2 y 3 que se construyen en la ciudad de Cali, sin embargo, el diseño de Véspera ventilación puede implementarse como una ventana prefabricada en una vivienda ya construida de cualquier estrato.

-Las aperturas de fachada aportan bienestar al confort psicológico y fisiológico de los ocupantes. Además de ser el único elemento de “respiración” de la vivienda, son un medio importante para la comunicación e interacción que se da entre el interior y el exterior. Es fundamental la conservación de esta **conexión interior-exterior**, teniendo en cuenta que las variables socioeconómicas del contexto de investigación llevaron a reconocer la **seguridad** como un factor imprescindible en el diseño. La **entrada de luz natural** en los espacios constituye otro aspecto relevante en el proyecto, este al igual que la ventilación se encuentra directamente relacionado con el elevado consumo energético en las viviendas y evidencia por qué Véspera ventilación es un proyecto de carácter sostenible que está diseñado a partir de un sistema de **interacción** mecánica de cero consumo.

-Existen varios elementos asociados al uso del vano en las fachadas como las persianas, rejas, ventanas entre otros, los cuales no se encuentran bien integrados entre sí y son el resultado de las transformaciones sociales y culturales en las sociedades. Actualmente el uso de algunos de estos componentes en las aperturas, como el vidrio y las cortinas al interior, impiden el aprovechamiento de la ventilación y potencializan los efectos negativos de la radiación solar. El desarrollo de diseño de Véspera ventilación **fusiona** todos las características de los diferentes elementos asociados al vano en una propuesta integral y funcional.

-De las construcciones antiguas se abstrajo la característica fundamental de los tradicionales postigos que hace referencia a las aperturas diferenciales y brindan la posibilidad de abrir por secciones, permitiendo además, controlar la apertura de la ventana de acuerdo a las necesidades de iluminación, vista y ventilación. El diseño refleja una otros elementos importantes de la cultura encontrando inspiración en elementos tradicionales de la cultura en zonas del trópico, como la variedad en colores de los tejidos y sus diferentes estilos de entramados. De esta manera las

personas encuentran un sentido de pertenencia hacia un producto que se acerca mucho más que los actuales a una solución para las condiciones del clima tropical. Además se pensó en ofrecer al usuario la posibilidad de personalizar su entorno y reflejar los estilos propios con el fin de dar un aspecto diferente y llamativo a la ciudad por medio de colores, formas y relieves en las pieles de las edificaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Santiago de Cali. (20 de Enero de 2012). *Cali en Cifras*. (D. A. CAM, Ed.) Recuperado el 03 de Enero de 2014, de Cali en Cifras: [www.cali.gov.co/descargar.php?id=33101](http://www.cali.gov.co/descargar.php?id=33101)
- Alcaldía de Santiago de Cali . (20 de Enero de 2012). *III Juegos deportivos paranacionales 2012*. (Coldeportes, Editor, & A. d. Cali, Productor) Recuperado el 17 de Enero de 2014, de III Juegos deportivos paranacionales 2012: [http://paranacionales.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29&Itemid=28](http://paranacionales.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=29&Itemid=28)
- Alcaldía de Santiago de Cali. (20 de Enero de 2012). *Cali en Cifras*. (D. A. CAM, Ed.) Recuperado el 03 de Enero de 2014, de Cali en Cifras: [www.cali.gov.co/descargar.php?id=33101](http://www.cali.gov.co/descargar.php?id=33101)
- Arteguias. (20 de Enero de 2010). *Catedrales de España*. Obtenido de Catedrales de España: <http://www.arteguias.com/catedral/leon.htm>
- Atmosferas. (12 de Agosto de 2012). *Atmosferas*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2014, de Atmosferas: <http://atmosferas.com/>
- Barney, B. (1994). *Cauca, La Arquitectura de las Casas de Hacienda en el Valle del Alto*. Bogotá, Colombia: Áncora editores.
- Bercy Chen Studio. (25 de Agosto de 2012). *noticias.arq*. Obtenido de noticias.arq: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/14620.html#.U2sEovmSx8F>
- Betancourt, V. M. (2013). *Diseño generativo de vanos para el confort en viviendas del trópico*. Chile: Facultad de arquitectura Universidad del Bío-Bío concepción.
- Bogotá D.C. (16 de Noviembre de 2013). *Bogotá-dc*. Recuperado el 17 de Febrero de 2014, de Bogotá-dc: <http://www.bogota-dc.com>
- Buscador de arquitectura. (16 de Febrero de 2013). *arqu.com.mx*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de arqu.com.mx: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/14620.html#.UxB4EPmSya8>
- Centro de Artigos. (25 de enero de 2011). *Centro de Artigos*. Obtenido de Web Academia: [http://centrodeartigos.com/articulos-utiles/article\\_103494.html](http://centrodeartigos.com/articulos-utiles/article_103494.html)
- Chávez, H. (7 de Abril de 2012). Las invasiones en Cali son un problema en aumento. *El País*.
- Comité Organizador VI Juegos Panamericanos. (1970). *Conozca a su ciudad Cali. Sección de Educación Cívica*. Cali, Colombia: Imprenta Departamental.
- CONNOLLY, P. y. (22 de Enero de 1998). *Problemas de construcción*. Obtenido de Problemas de construcción: <http://www.catedu.es/aragonromano/probcons.htm> (2014)
- Eco inteligencia. (10 de Abril de 2013). *Eco inteligencia*. Recuperado el 01 de Febrero de 2014, de Eco inteligencia: <http://www.ecointeligencia.com/2013/04/consecuencias-consumo-energetico-insostenible/>

- Edubetakey. (19 de Enero de 2011). *Panoramio, Google Maps*. Obtenido de Panoramio, Google Maps: <http://www.panoramio.com/photo/46793311>
- El mundo. (01 de Abril de 2013). *Elmundo.es*. Recuperado el 16 de Octubre de 2014, de Elmundo.es:  
<http://www.elmundo.es/elmundo/2013/04/01/suvienda/1364832630.html>
- El tiempo. (15 de Abril de 2013). *Crece oferta de VIS en Cali*. Obtenido de El tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1016499>
- El tiempo. (12 de Enero de 2014). *Crece crédito formal en estratos 1, 2 y 3 de Cali*. Obtenido de El tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13777954>
- ETESA. (17 de Enero de 2009). *Índice de Confort, Sensación Térmica e Impacto de Olas de Calor en las Personas*. Obtenido de "Índice de Confort, Sensación Térmica e Impacto de Olas de Calor en las Personas":  
[http://www.hidromet.com.pa/sensacion\\_termica.php](http://www.hidromet.com.pa/sensacion_termica.php)
- Ferromax. (15 de Marzo de 2012). *Ferromax*. Obtenido de Ferromax:  
<http://www.ferromax.es/servicios/rejas-y-escaleras-metalicas.html>
- Fuentes, J. R. (1995). *Viento y Arquitectura, El viento como factor de diseño arquitectónico*. México, México: Trillas.
- Gamboa, J. D. (2011). *Confort ambiental en vivienda de interés social en Cali*. Cali, Colombia: Programa & Editorial.
- Gania. (6 de Junio de 2011). *Gania, cubiertas vegetales*. Obtenido de Gania, cubiertas vegetales: <http://gania.pe/techos-verdes/>
- Garethyer. (30 de Agosto de 2011). *Garethyer*. Obtenido de Garethyer.
- Gonçalves, C. Y. (2006). *Desempenho de Caixilhos - Formulação de Modelos para Avaliação de Parâmetros de Segurança e Habitabilidade*. São Paulo - 2006: Escola Politécnica da USP.
- Grupo Eurosystem. (14 de Marzo de 2014). *Grupo Eurosystem*. Obtenido de Grupo Eurosystem: <http://grupoeurosystem.com/empresa/87-nosotros>
- Grupo napresa. (05 de Enero de 2014). *Grupo napresa*. Obtenido de Grupo napresa:  
<http://www.napresa.com.mx/PREFABRICADOSDECONCRETO/FACHADA SPREFABRICADAS.aspx>
- Guerrero, M. T. (12 de Marzo de 2013). *Biblioteca Luis Angel Arango*. Recuperado el 15 de Octubre de 2014, de banrepcultural.org:  
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/todaslasartes/mariate/tejido.htm>
- HealthWorld Online and Centers for Disease Control and Prevention. (7 de Febrero de 2007). *SCCFD.ORG*. Recuperado el 18 de 1 de 2014, de SCCFD.ORG: [http://www.sccfd.org/forms/heat\\_related\\_illness\\_spanish.pdf](http://www.sccfd.org/forms/heat_related_illness_spanish.pdf)
- Hunter Douglas. (25 de Enero de 2014). *Hunter Douglas*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2014, de Hunter Douglas: <http://www.hunterdouglas.com/>
- J.A.Godfrey, H. y. (1978). *Ventanas, Función Diseño e Instalación*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Jaramillo, G. E. (2005). *Valle del Cauca: Pobladores y Fundadore. Ciudades, pueblos y aldeas*. Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali.

- Jiménez, S. C. (2009). *La arquitectura de Cali. Valoración Histórica*. Cali, ColombiaUn: Universidad de San Buenaventura Cali.
- Kalzip. (08 de Marzo de 2008). *Kalzip*. Obtenido de Kalzip sistemas de fachadas: [http://www.kalzip.com/PDF/es/E-Kalzip\\_Sistemas-de-Fachadas.pdf](http://www.kalzip.com/PDF/es/E-Kalzip_Sistemas-de-Fachadas.pdf)
- La casa sostenible. (5 de Febrero de 2014). *La casa sostenible*. Recuperado el 15 de Octubre de 2014, de La casa sostenible: <http://www.lacasasostenible.com/>
- Lascano, M. E. (06 de Agosto de 2012). *BiblioCAD*. Recuperado el 2014, de BiblioCAD: <http://blog.bibliocad.com/sistemas-pasivos>
- Lascano, M. E. (13 de junio de 2013). *Sistemas Pasivos*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de Sistemas Pasivos: <http://blog.bibliocad.com/sistemas-pasivos>
- Libro, A. (2013). *Título libro*. ciudad, estado, país: editorial.
- Linares, G. (1999). *Campamentos temporales o de emergencia*.
- Linares, M. (2009). Contaminación intradomiciliaria. *Medwave, revista biomédica electrónica revisada por pares*, 1.
- Markez, R. E. (25 de Enero de 2012). *Arqhys*. Recuperado el 6 de Febreo de 2014, de Arqhys Arquitectura: <http://www.arqhys.com/arquitectura/tiposde-clima.html>
- Más que piedra. (18 de Febrero de 2014). *Masquepiedra*. Recuperado el 16 de Octubre de 2014, de Masquepiedra: <http://www.masquepiedra.com/fachadas-ventiladas.html> citaaa
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana*. Bogotá: MADS.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (15 de Febrero de 2010). *Vivienda de interés social en Colombia*. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de Vivienda de interés social en Colombia: [http://www.inmobiliariamarvilla.com/marvilla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=67](http://www.inmobiliariamarvilla.com/marvilla/index.php?option=com_content&view=article&id=67)
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (23 de Enero de 2013). *minvivienda.gov.co*. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de [minvivienda.gov.co](http://www.minvivienda.gov.co): <http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/0075%20-%202013.pdf>
- Nico-Rodrigues, E. A. (2008). *Janelas x ventilação: modelo de apoio à escolha de janelas para edificações multifamiliares em Vitória, ES*. Vitória, Brasil: tesis de maestría.
- Off2. (13 de Agosto de 2012). *Off2Colombia*. Recuperado el 02 de Enero de 2014, de Off2Colombia: <http://off2colombia.com.co/cali-geografia-historia>
- ONU. (2008). *Únete, Plan de Respuesta a las Inundaciones*. Colombia.
- Palacio, V. E. (2013). *Aplicación de sistemas pasivos de refrigeración en las VIS (viviendas de interés social) del trópico: chimenea solar*. Universidad Icesi. Cali, Colombia: Universidad Icesi.
- Pearson educación. (13 de Agosto de 2013). *Estrategias de fijación de precios*. Obtenido de Farq.edu:

- [http://www.farq.edu.uy/marketing/files/2013/08/Precio-Fijacion\\_de\\_precios-1.pdf](http://www.farq.edu.uy/marketing/files/2013/08/Precio-Fijacion_de_precios-1.pdf)
- Pladur. (20 de enero de 2012). *Pladur*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de Pladur: <https://www.pladur.com/es-es/particulares/descubre-pladur/Paginas/soluciones-pladur.aspx>
- Proyecto esfera. (2011). *Carta humanitaria y normas mínimas para la respuesta humanitaria*. Practical Action Publishing.
- Puertas y aberturas Oblak. (1 de 2 de 2013). *Mundoseco*. Obtenido de Mundoseco: <http://www.mundoseco.com.ar/Aberturas/Ventanas%20de%20Abrir%20y%20Fijas%20Master.asp>
- Salazar, R. H. (1976). *Este es Cali. Geografía e historia del municipio*. Cali, Colombia: Bibliográfica Colombiana.
- Saldarriaga, A. (2002). *La Arquitectura como experiencia: espacio, cuerpo y sensibilidad*. Bogota: Villegas editores.
- Sánchez, A. (12 de 2011). Después de la inundación. *Coyuntura económica: investigación económica y social*, XLI(2), 213-246.
- Schöhöbel, S. E. Ventanas de San Antonio. *Ventanas de San Antonio*. Universidad Icesi, Cali.
- Serra, R. (2006). *Arquitectura y Climas* (1 ed., Vol. 5). Barcelona, España: Gustavo Gili Básicos.
- Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres en Colombia. (05 de 01 de 1989). *Alcaldía Bogotá*. Recuperado el 10 de 03 de 2013, de [www.alcaldiabogota.govco/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13549](http://www.alcaldiabogota.govco/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13549)
- Sistemas de fachadas. (27 de Febrero de 2014). *Sistemas de fachadas*. Obtenido de Sistemas de fachadas: <http://sistemasdefachadas.com/>
- Sociedad Nacional de La Cruz Roja Colombiana. (2008). *Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales*.
- The University Corporation for Atmospheric Research. (17 de Julio de 2014). *MedEd*. Obtenido de MedEd: [https://www.met.ed.ucar.edu/sign\\_in\\_es.php?go\\_back\\_to=http%253A%252F%252Fwww.met.ed.ucar.edu%252Ftropical%252Ftextbook\\_2nd\\_edition\\_es%252Fprint\\_1.htm##](https://www.met.ed.ucar.edu/sign_in_es.php?go_back_to=http%253A%252F%252Fwww.met.ed.ucar.edu%252Ftropical%252Ftextbook_2nd_edition_es%252Fprint_1.htm##)
- Thomas, A. (2012). *Colombia: La respuesta a las inundaciones mejora, pero persisten desafíos*. Refugees International.
- Torres, F. (11 de Abril de 2013). *Veo Verde*. Recuperado el 27 de Febrero de 2014, de Veo Verde: <http://www.veoverde.com/2013/04/los-beneficios-de-los-techos-verdes/>
- UNEP. (24 de junio de 2007). *Unep*. Recuperado el 28 de Enero de 2014, de Unep: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1044xPA-D4SSPA.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (04 de Febrero de 2012). *Virtual.unal*. Recuperado el 7 de Mayo de 2014, de Virtual.unal: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/gases/html/contenido\\_07.html](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/gases/html/contenido_07.html)

Urrutia, H. B. (1989). *Arquitectura y Clima. Referenciado a condiciones tropicales en Colombia*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Weber saint-gobain. (17 de Abrial de 2014). *Weber*. Obtenido de Weber: <http://www.weber.es/sate-aislamiento-termico-por-el-exterior.html>

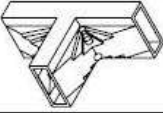
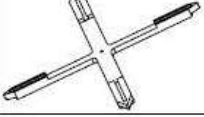
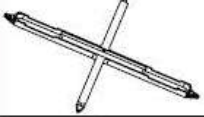



Wikipedia. (01 de Febrero de 2014). *Wikipedia*. Recuperado el 16 de Octubre de 2014, de Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Fachada>

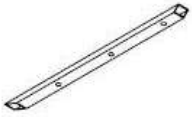
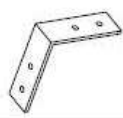
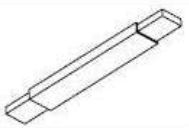
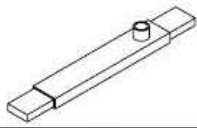
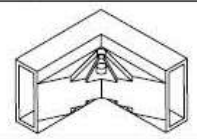







# BOM


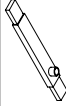
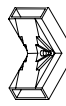
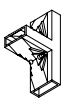
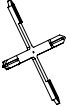


CONTINUACIÓN MORFOGRAMA - BOM "Véspera"											
No.	Cantidad	Descripción	Función	Tipo	Imagen	Material	Consumo	Unidades	\$ Unidad	\$ Total	Proceso
6	12	Codos de unión (3 perfiles)	Ensamble	Especial		Aluminio		Und	\$650	\$7.800	Fundición en cera perdida
7	9	Pieza frontal mecanismo central	Ensamble	Estandar		Aluminio		Und	\$500	\$4.500	Fundición
8	9	Pieza posterior mecanismo central	Ensamble	Especial		Aluminio		Und	\$500	\$4.500	Fundición
9	9	Guaya mecanismo de apertura	Mecanismo	Estandar		Acero 2,4		m	---	\$2.000	---
10	9	Correa dentada	Mecanismo	Estandar		XXXXX 180MXL025 510MC		Und	\$ 15.786	\$ 135.000	---
11	18	Piñón	Mecanismo	Estandar		Nylon xxxxxxxx		Und	\$ 1.500	\$ 27.000	---

MORFOGRAMA - BOM "Véspera"											
No.	Cantidad	Descripción	Función	Tipo	Imagen	Material	Consumo	Unidades	\$ Unidad	\$ Total	Proceso
1	4	Pieza marco principal	Ensamble	Estandar		Perfil rectangular de Aluminio xxxxx		Und	\$1000	\$4.000	Corte Colilladora
2	4	Pieza interior de unión perfiles	Ensamble	Especial		Aluminio		Und	\$250	\$1.000	Troquel
3	30	Pieza perfil submarco	Ensamble	Especial		Perfil Aluminio		Und	\$300	\$7.800	Fundición
4		Perfil de salida de guaya (Submarco)	Ensamble	Especial		Perfil Aluminio		Und	\$300	\$1.800	Fundición
5	12	Codos de unión (2 perfiles)	Ensamble	Especial		Aluminio		Und	\$650	\$7.800	Fundición en cera perdida

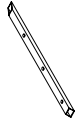




CONTINUACIÓN MORFOGRAMA - BOM "SMART STATION"											
No.	Cantidad	Descripción	Función	Tipo	Imagen	Material	Consumo	Unidades	\$ Unidad	\$ Total	Proceso
12	1	Pieza de desplazamiento	Mecanismo	Especial		Aluminio		Und	\$ 100	\$ 900	Fundición

# Matriz de costos

Empresa:			Fecha:	Octubre 10 de 2014
Proyecto:			Elaborado por:	Sonia Escalante Teresa Schmittner
<b>MATRIZ DE COSTOS</b>				

ITEM	DIBUJO 2D	CODIGO	DESCRIPCION	MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA					MANO DE OBRA DIRECTA				HEBAMERITAL								
					CODIGO MP	UNIDAD	VALOR MP \$	CONSUMO	CANTIDAD	COSTO TOTAL MP \$	PROCESO	SECCION Y/O PROVEEDOR	TIEMPO (HRS)	Total Proceso	COSTO TOTAL	UNIDADES A PRODUCIR	AMORTIZACION POR UNIDAD					
<b>PIEZAS ESPECIALES</b>																						
1		P5	Perfil Isobromo	Aluminio	AI	M Perfil 12X 25mm	\$	300		24	\$	7.200	Fundición	Boncos del valle	Und	\$	2.200	\$	9.200	360 \$	360 \$	26
2		P6	Perfil de salida de guaya	Aluminio	AI	M Perfil 12X 25mm	\$	300		6	\$	1.800	Fundición	Boncos del valle	Und	\$	2.200	\$	3.800	360 \$	360 \$	11
3		G2	Codos de unión (2)	Aluminio	AI	Und	\$	660		12	\$	7.800	Fundición en arena perdida	Boncos del valle	Und	\$	2.200	\$	9.800	360 \$	360 \$	27
4		G3	Codos de unión (3)	Aluminio	AI	Und	\$	660		12	\$	7.800	Fundición en arena perdida	Boncos del valle	0,035	\$	2.200	\$	9.800	360 \$	360 \$	27
5		M6	Pieza lateral mecanismo central	Aluminio	AI	Und	\$	500		9	\$	4.500	Fundición	Boncos del valle	Und	\$	2.200	\$	6.500	360 \$	360 \$	30
6		M6	Pieza posterior mecanismo central	Aluminio	AI	Und	\$	500		9	\$	4.500	Fundición	Boncos del valle	0,02	\$	2.200	\$	6.500	360 \$	360 \$	30
7		P6es	Pieza de desplazamiento	Aluminio	AI	Und	\$	100		9	\$	900	Fundición	Boncos del valle	0,04	\$	2.200	\$	2.900	360 \$	360 \$	8

PIEZAS ESTÁNDAR

8		MC	Pieza mano principal	Aluminio	Al	1.40M Perfil 2x4cm	\$ 1.000	0,0900	4	\$ 4.000	N/A	Ferretería El Orsai	0,01	\$ 43.120.000	123.200 \$	350
9		Pumc	Pieza union MC	Aluminio	Al	Und	\$ 250	0,7000	4	\$ 1.000	N/A	Ferretería El Orsai	Und	\$ 985.600.000	123.200 \$	8.000
10		Gu	Guaya	Acero	AC	10 M	\$ 2.000	N/A	1	\$ 2.000	N/A	Ferretería El Orsai	N/A	\$ 61.600.000	30.800 \$	2.000
11		CD	Corredentada	Cacño	Ca	Und	\$ 15.000	N/A	9	\$ 135.000	N/A	DCM	N/A	\$ 4.158.000.000	277.200 \$	15.000
12		Ri	Pibón	Nylon	Ny	Und	\$ 1.500	N/A	18	\$ 27.000	N/A	DCM	N/A	\$ 831.600.000	554.400 \$	1.500

TOTAL \$

MP \$ 198.500

0,085

\$ 26.985

MP \$

550

MON \$

26.985

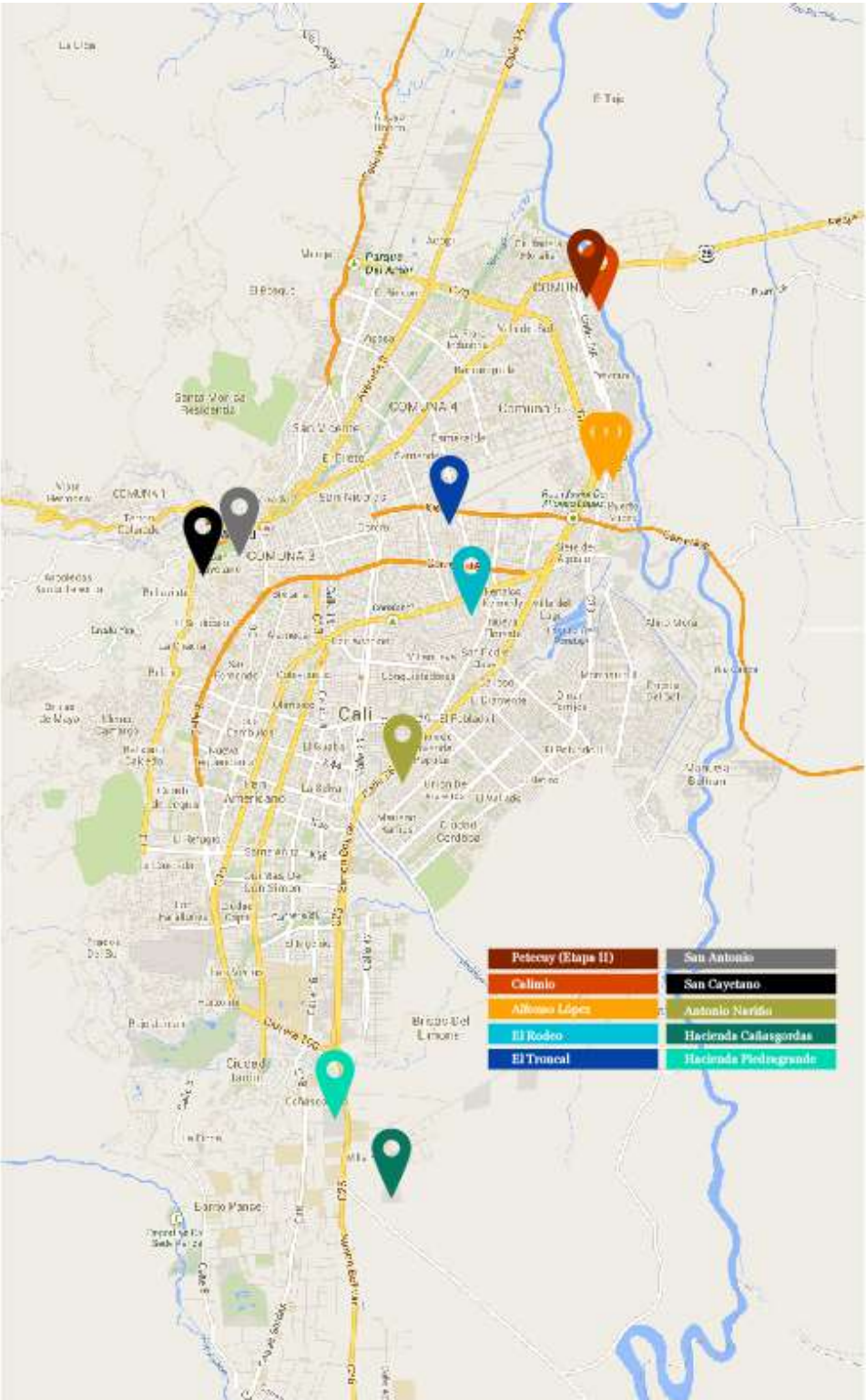
COSTOS PRIMOS + HERBAMENTAL \$ 226.035

HERBAMENTAL \$ 26.985

# Cuantificación de impacto ambiental

LIFE CYCLE STAGE	Material	Q	Unit	mpt	Result	Energy	Q	Unit	mpt	Result	Toxicity	Q	Unit	mpt	Result	Processes	Q	Unit	mpt	Result		
Materia prima	Aluminio (100%rec)	2.2	Kg	60	132	Diesel	1.07	MJ	5.2	5.58	Red sludge (iron oxide, arsenic, calcium oxide, zinc oxide, aluminum oxide, organic compounds) - high risk											
	pp	0.11	Kg	330	36.3	Gas Natural	1.15	MJ	5.4	6.20												
	Acero	2	Kg	86	172	Electricidad	5.17	Kwh	26	134.36												
	Nylon	0.06	Kg	630	37.8																	
	Caucho	0.1	Kg	360	36																	
	Madera	0	Kg	0	0	Acete	1.13	MJ	11	12.38												
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>Kg</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>158.50</b>			<b>0</b>						<b>TOTAL</b>	<b>0</b>			<b>0</b>		
Manufactura	Aluminio (100%rec)	0.4	Kg	60	24	Electricidad	5.2	KWh	26	135.2	Volumen de residuos	0.5	m3	140	70	Fundición	3.77	Kg	60	226.2		
											Residuos metal	0.05	Kg	1.4	0.07							
											Emisiones aire (CO2, Nco)	N/A		0	0							
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>24</b>		<b>TOTAL</b>	<b>135.2</b>			<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0.4</b>	<b>Kg</b>	<b>3.9</b>	<b>1.56</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3.318</b>	<b>tkm</b>	<b>34</b>	<b>112.81</b>		
Ensamble	Acero	0.5	Kg	86	43	Electricidad	1	KWh	26	26	Embalaje carton	0.5	Kg	69	34.5							
	Aluminio (100%rec)	0.2	Kg	60	12						<b>TOTAL</b>	<b>7.4</b>	<b>34.5</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>							
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>55</b>		<b>TOTAL</b>	<b>26.00</b>			<b>0</b>						<b>TOTAL</b>	<b>0</b>			<b>0</b>		
Uso y mantenimiento	grasa	0.1		0							Grasa	0.1	Kg	0								
											<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>							
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>0</b>		<b>TOTAL</b>	<b>0</b>			<b>0</b>						<b>TOTAL</b>	<b>1.02</b>	<b>m3</b>	<b>-7.20</b>	<b>-734.4</b>		
Final ciclo de vida																pp	1					
											<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1</b>			<b>-2.10</b>	<b>-210</b>	
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>0</b>		<b>TOTAL</b>	<b>0</b>			<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>-944.4</b>					

# Mapa de visitas

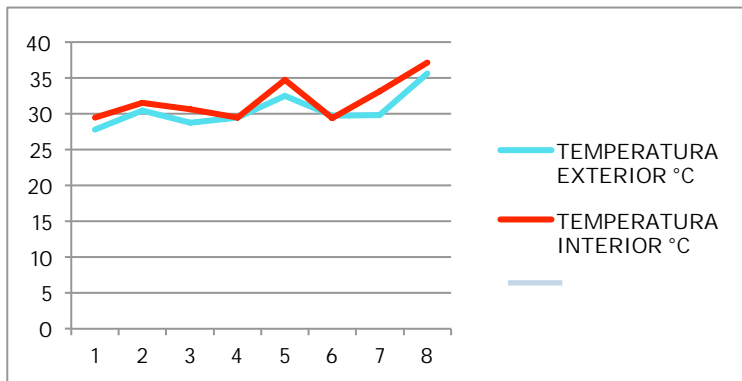




## Registro de temperaturas en viviendas de sectores populares

# VIVIENDA	HORA	TEMPERATURA EXTERIOR °C	TEMPERATURA INTERIOR °C
1	12:15 pm	27,8	29,5
2	3:00 pm	30,5	31,5
3	1:45 pm	28,8	30,6
4	2:40 pm	29,5	29,5
5	3:20 pm	32,5	34,7
6	4:10 pm	29,7	29,4
7	2:00 pm	29,8	33,1
8	2:35 pm	35,6	37,2

**Tabla 10** Registro de temperaturas interior Vs exterior



**Gráfico 13** Comparación de temperatura interior Vs exterior