

BLOQUE ALETEHIA
UN EDIFICIO
SOSTENIBLE

**PROPUESTA BIOCLIMÁTICA Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
PARA MEJORAMIENTO DE CONDICIONES DE HABITABILIDAD
Y EFICIENCIA EN RECURSOS DEL BLOQUE ALETEHIA DEL
CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA**

**ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN DE
LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE**
COHORTE I
2021 - 2022

Arq. **MARÍA DEL MAR CANCINO ZAPATA**
Arq. **MARÍA ALEJANDRA GIL MOLANO**
Arq. **JEAN MAILLCONS GONZALEZ MORENO**

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en
Gestión de la construcción sostenible

Tutor
Arq. Mario Andrés Ojeda

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
PEREIRA**
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y
DISEÑO
PEREIRA
ABRIL 2022



TABLA DE CONTENIDO

Resumen	2
Introducción	3
1. Justificación	4
2. Planteamiento del problema	5
3. Objetivos	6
4. Marco Conceptual	7
5. Marco Metodológico	24
6. Diagnóstico actual	26
7. Propuesta Intervención Proyectual	38
Propuesta Bioclimática-Arquitectónica	
Propuesta Eficiencia en Recursos	
8. Presentación de sistema de Certificación	55
CASA Colombia	
EDGE Building	
LEED	
9. Evaluación de la propuesta	61
Análisis comparativo	
10. Objetivos de Desarrollo Sostenible	62
11. Conclusiones	65
12. Referencias Bibliográficas	66
13. Lista de Figuras y Tablas	67

RESUMEN

Este trabajo académico propone adaptar, rehabilitar y renovar el bloque Aletehia y el espacio público exterior conexas, con lo cual se busca impactar de forma positiva en el medio ambiente, fortaleciendo las condiciones ambientales, económicas y socioculturales del lugar en el que se implanta el edificio y su área de influencia, además de intervenirlo en su etapa de renovación y operarlo de manera eficiente para la provisión de condiciones saludables y confortables para sus habitantes y la comunidad universitaria en general.

Inicialmente se elabora un diagnóstico para identificar y analizar las condiciones climatológicas del lugar, evaluar las características morfotipológicas del edificio Bloque Aletehia y los factores que intervienen en su baja respuesta en cuanto al confort higrotérmico y eficiencia de recursos.

La formulación de una propuesta de intervención proyectual de adaptación bioclimática a través de estrategias pasivas de control higrotérmico, además de buscar solucionar las problemáticas identificadas en el diagnóstico de evaluación, tiene por finalidad transformar al Bloque Aletehia de un edificio tradicional e ineficiente en un edificio sostenible, eficiente.

PALABRAS CLAVE. Rehabilitación, adaptación, confort, eficiencia, sostenibilidad.

ABSTRACT

This academic work proposes to adapt, rehabilitate and renovate the Aletehia block and the related outdoor public space, with which it seeks to positively impact the environment, strengthening the environmental, economic and sociocultural conditions of the place where the building is located. and its area of influence, in addition to intervening in its renovation stage and operating it efficiently to provide healthy and comfortable conditions for its inhabitants and the university community in general.

Initially, a diagnosis is made to identify and analyze the climatological conditions of the place, evaluate the morphotypological characteristics of the Aletehia Block building and the factors that intervene in its low response in terms of Hygrothermal comfort and resource efficiency.

The formulation of a project intervention proposal for bioclimatic adaptation through passive hygrothermal control strategies, in addition to seeking to solve the problems identified in the evaluation diagnosis, aims to transform the Aletehia Block from a traditional and inefficient building into a sustainable building, efficient.

KEYWORDS. Rehabilitation, adaptation, comfort, efficiency, sustainability

PROPUESTA BIOCLIMÁTICA Y DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA MEJORAMIENTO DE CONDICIONES DE HABITABILIDAD Y EFICIENCIA EN RECURSOS DEL BLOQUE ALETEHIA DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

El presente trabajo académico de Propuesta Bioclimática y eficiencia energética para mejoramiento del Bloque Aletehia del Campus de la Universidad Católica de Pereira, tiene por objetivo principal diseñar una propuesta de intervención proyectual arquitectónica, en la cual por medio de la aplicación de estrategias pasivas de diseño y con criterios de sostenibilidad se mejore el desempeño de confort y bienestar para sus habitantes y se pueda evaluar su eficiencia en recursos.

El bloque Aletehia es una edificación antigua construida en la década de los 90, hace parte del conjunto de edificios con el que inició su construcción y posterior funcionamiento la Universidad Católica de Pereira en la ubicación actual. Es importante diseñar bajo criterios de sostenibilidad su rehabilitación, no sólo por el carácter histórico para la Universidad, sino por la coyuntura que se vive a nivel global del incremento a ritmo acelerado del calentamiento global por emisiones de Gases de Efecto Invernadero y teniendo en cuenta que según el “Informe del estatus mundial de edificios y construcción” de 2020, elaborado por la Alianza Global para los Edificios y la Construcción (GlobalABC), bajo auspicio del PNUMA, la industria de la construcción y el funcionamiento operativo de los edificios suman el 38% de las emisiones globales de CO₂, además de consumir grandes cantidades de recursos (entre el 40 a 50%) y reportar una carga de residuos sólidos del 30 al 40%, lo que convierte a este sector en uno de los más contaminantes y responsables del calentamiento global por GEI. Por ello, la descarbonización del entorno construido es fundamental para alcanzar el objetivo de limitar en 1.5°C el calentamiento global.

El trabajo se desarrolla a partir de una metodología transversal, que orienta y justifica el alcance de la propuesta proyectual y de Eficiencia en Recursos y permite la evaluación del desempeño optimizado por medio de sistemas de certificación.

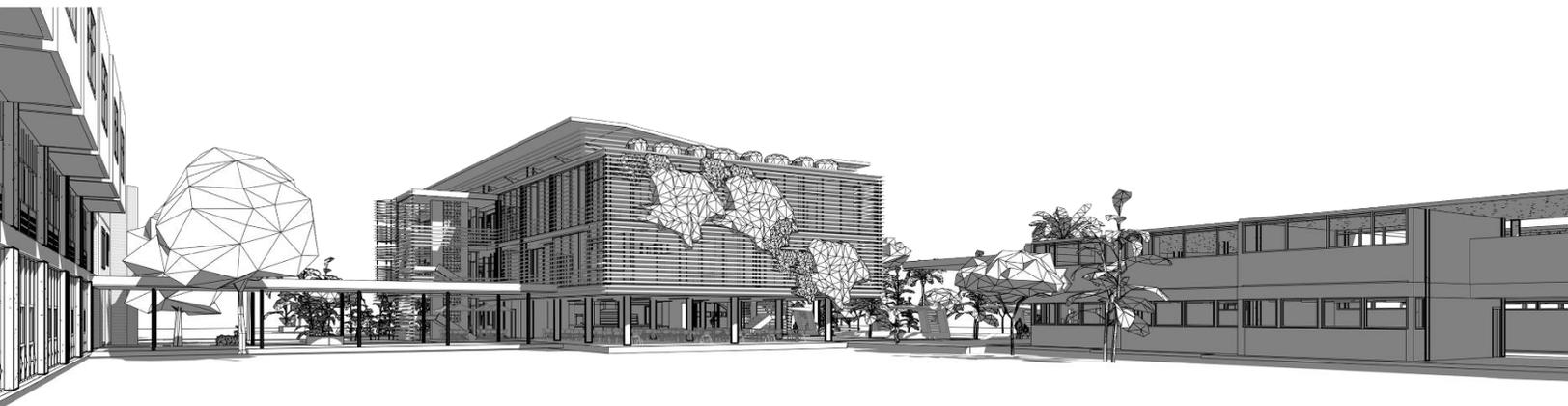
1 JUSTIFICACIÓN

En primer lugar, se requiere responder a la necesidad de confort y salud de sus habitantes, ya que actualmente el Bloque Aletehia y su entorno no responden adecuadamente a la demanda de confort (físico, psicológico y sociocultural) de sus habitantes. La relación del edificio y sus habitantes con su entorno natural y construido es indispensable para mejorar su desempeño.

Otro aspecto está relacionado con la necesidad de rehabilitar el edificio y su entorno bajo criterios bioclimáticos y de sostenibilidad como respuesta de impacto positivo al entorno construido de la Universidad y del medio ambiente en general, identificando y aplicando las mejores estrategias pasivas de diseño y de eficiencia en recursos. Generando valor no solo al medio ambiente, a los habitantes del edificio y el resto de la comunidad educativa, si no también agregando valor a la Universidad por medio de un edificio renovado, con mayor valor patrimonial y mejor desempeño energético y en consumo de agua, lo que se refleja en menos costos de operación.

Como parte del desarrollo metodológico del proyecto y con el objetivo específico de medir el desempeño optimizado del edificio, se incluye la evaluación cualitativa y cuantitativa de la propuesta proyectual y de eficiencia en recursos por medio de los tres sistemas de certificación de mayor demanda en Colombia.

“La arquitectura consiste en crear espacios para conectar a la gente, de manera que el resultado sea atractivo por cómo se han manejado esos espacios, se han usado los materiales, se han gastado eficientemente los recursos y se ha trabajado con el clima. En lo más profundo, la arquitectura consiste en servir a la humanidad” Diébédo Francis Kéré (Burkina Faso, 1965). Premio Pritzker 2022



2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

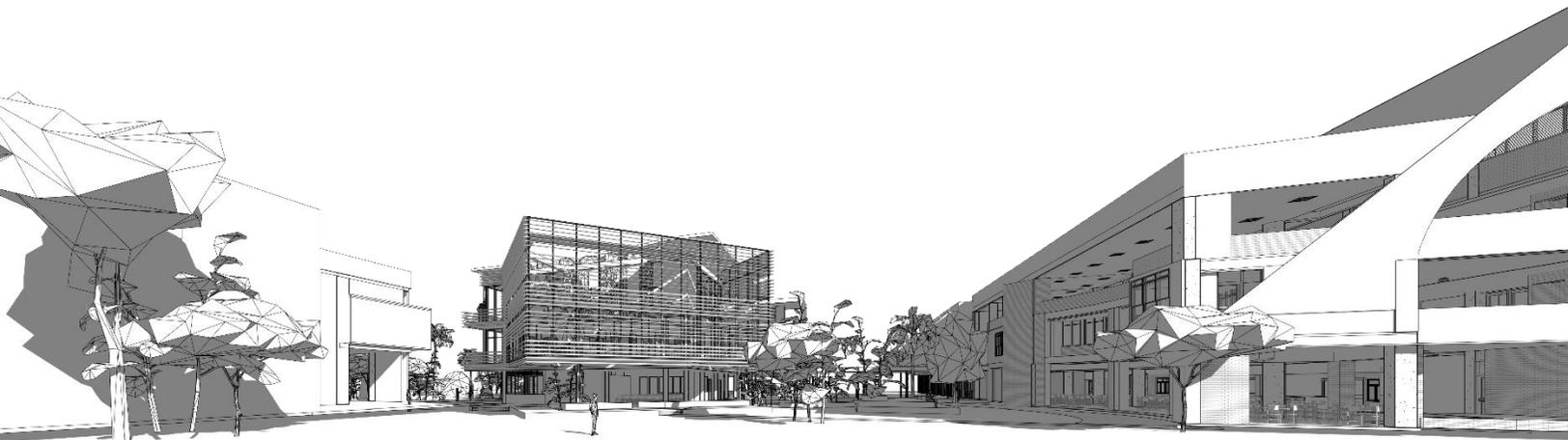
La Universidad Católica de Pereira cuenta dentro de su Campus con un edificio construido a principios de la década de los 90's que por su arquitectura (implantación, forma y materialidad) no responde adecuadamente a la demanda de confort higrotérmico de sus habitantes.

La Universidad desde la Facultad de Arquitectura y Diseño ha propuesto la estrategia de mejorar la habitabilidad de sus espacios para el bienestar de toda su comunidad educativa, por ser el bloque más antiguo, plantea inicialmente la intervención del bloque Aletehia, formulando una propuesta bioclimática de estrategias pasivas de control térmico.

Como parte del proceso de aprendizaje y profundización de la Especialización en Gestión de la Construcción Sostenible, se plantea incluir no sólo la propuesta bioclimática, si no de eficiencia en gestión de Recursos para mejorar el desempeño energético, de aprovechamiento y consumo de agua, de materiales y de Calidad de aire interior, en la ejecución de la propuesta y posterior operación y funcionamiento del edificio con el objetivo principal de contribuir al bienestar de la comunidad educativa y a la reducción de emisiones de CO₂, desde el marco de las tres dimensiones del desarrollo sostenible (económica, ambiental y social)

Pregunta de investigación

¿Cómo renovar y adaptar el bloque Aletehia y su entorno exterior en una edificación sostenible y eficiente, con un óptimo desempeño energético y que brinde bienestar y salud a sus habitantes tomando como método de evaluación un sistema de certificación energética?



3 OBJETIVOS

Objetivo general

Aplicar estrategias pasivas de diseño y la solución material propuesta con criterios de sostenibilidad, que permita determinar la eficiencia energética de una edificación, por medio de una intervención proyectual arquitectónica en el edificio Aletehia de la Universidad Católica de Pereira.

Objetivos específicos

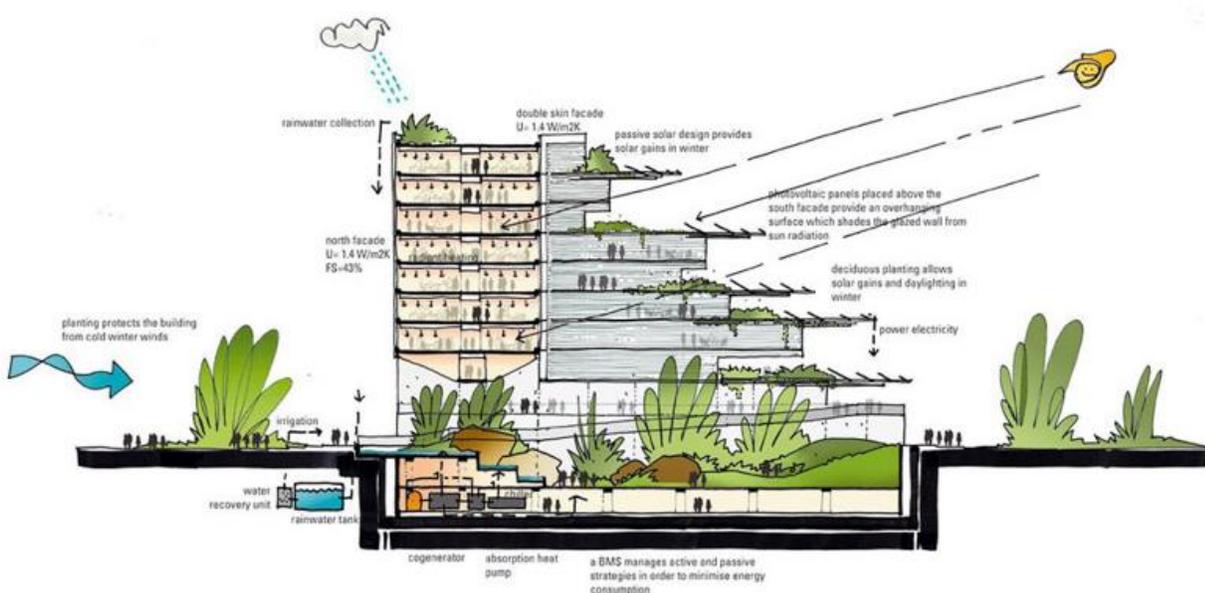
- Analizar e identificar los factores climatológicos y morfotipológicos que influyen en la respuesta del edificio frente al clima y no permiten que brinde confort a sus habitantes
- Diseñar e Implementar por medio de intervención puntual arquitectónica las mejores estrategias de diseño pasivo que optimicen el desempeño energético del bloque Aletehia y su entorno y mejoren el confort (sensación de bienestar: físico, psicológico y cultural) de sus habitantes.
- Medir de forma predictiva y cualitativa el desempeño optimizado del bloque Aletehia logrado por medio del diseño de estrategias pasivas y de eficiencia, tomando como método de análisis los tres sistemas de certificación energética de mayor uso en Colombia.

4 MARCO CONCEPTUAL

Tres son los componentes del marco conceptual: el primero es la definición del concepto de arquitectura o diseño bioclimático con sus estrategias pasivas y activas y criterios de diseño; el segundo hace referencia a la definición de edificio sostenible; y finalmente, qué es un sistema de certificación energético y cuáles son los de mayor uso en Colombia

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Figura 1: Concepto de Arquitectura bioclimática.



Fuente: <https://ezel2jappa.blogspot.com/2019/11/bioclimate-architecture-concept.html>

Y, por otro lado, La arquitectura bioclimática es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort higrotérmico interior y exterior- Involucra y juega -exclusivamente- con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos (los que son considerados sólo como sistemas de apoyo).

El diseño de los edificios debe realizarse teniendo en cuenta el entorno y las orientaciones favorables y aprovechando los recursos naturales disponibles como: el sol, la vegetación, la lluvia y el viento, en procura de la sostenibilidad del medio ambiente. (Garzón, 2015, p.15).

Cabe anotar que adicional a procurar la sostenibilidad del medio ambiente, la arquitectura bioclimática busca esencialmente garantizar el confort (sensación de bienestar) físico, psicológico y cultural de sus habitantes.

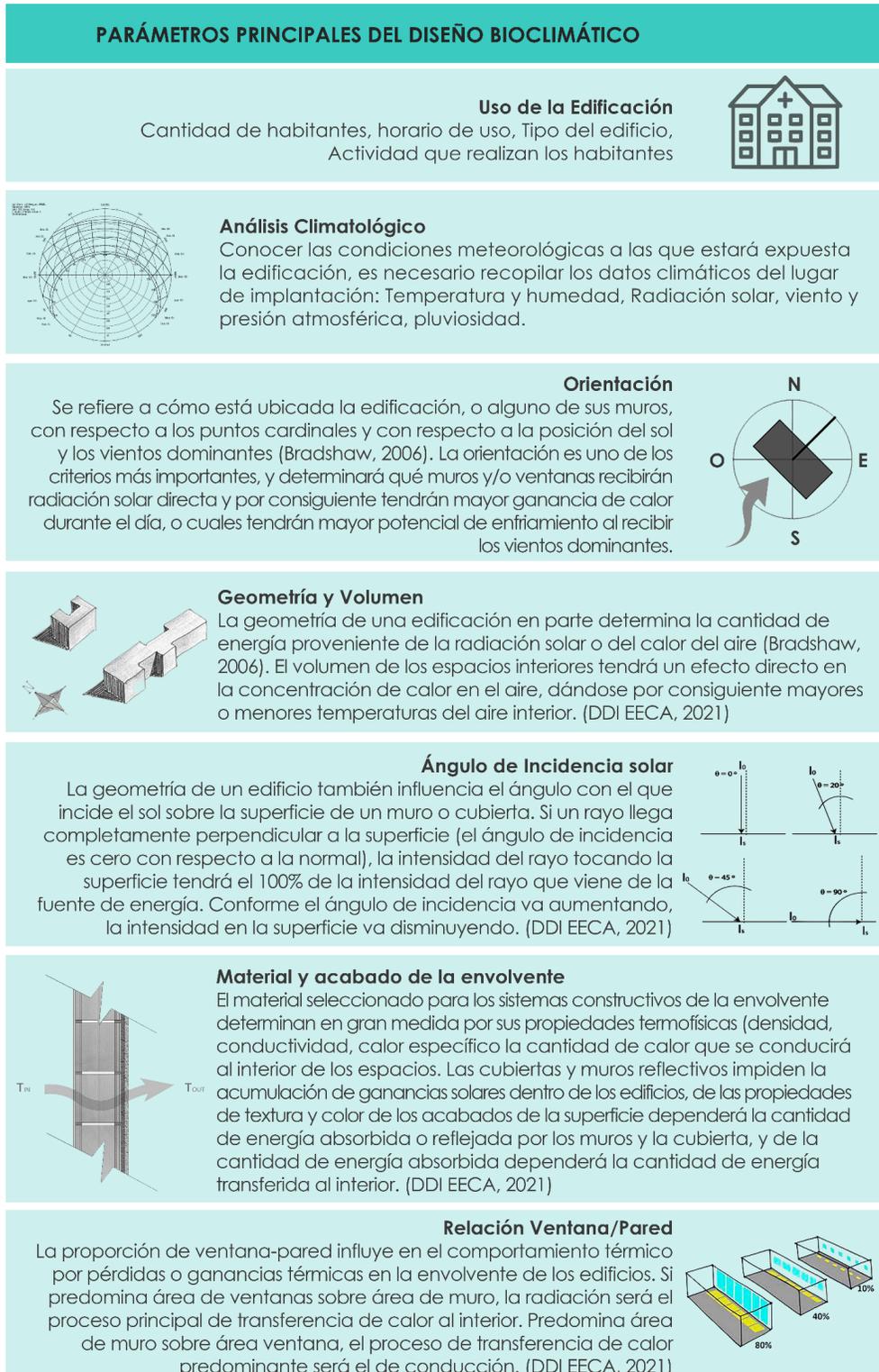
Las estrategias que se pueden implementar para diseñar y construir edificaciones bioclimáticas, se pueden clasificar en pasivas y activas:

Pasivas. Éstas se basan en sistemas pasivos, son aquellos subsistemas que forman parte de la estructura y/o envolvente del entorno habitable. Se fundamentan en el aprovechamiento de las propiedades físicas de los materiales que los conforman (ópticas, térmicas, acústicas), y de los procesos físicos y naturales del clima para el intercambio (o no intercambio) de material y/o energía, para la provisión de condiciones saludables y confortables (DDI EECA, 2021)

Activas. Éstas se basan en sistemas activos, aquellos subsistemas que no forman parte de la estructura y/o envolvente del entorno habitable, utilizan mecanismos que funcionan generalmente con energía de origen fósil. Como no forman parte de la estructura y/o envolvente del entorno habitable, sino que se le agrega como un elemento extra, éstos se pueden remover fácilmente. (DDI EECA, 2021) Para elegir las estrategias pasivas y/o activas adecuadas para el proceso de diseño y construcción de edificaciones bioclimáticas, se deben tener en cuenta unos criterios o parámetros.

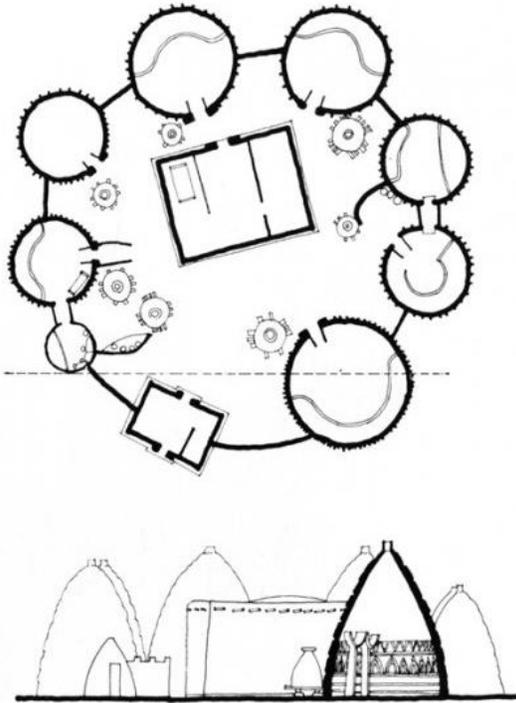


Figura 2: Parámetros Principales de diseño Bioclimático.



Fuente: Módulo 2. Unidad 3. Confort. DDI EECA, 2021

Figura 3 y 4: Arquitectura Vernácula, Viviendas Musgum-Camerún.



Por considerarse un excelente ejemplo de arquitectura bioclimática se define el concepto de arquitectura vernácula.

El término vernáculo significa algo "doméstico, nativo, indígena", refiriéndose a algo que procede de una determinada cultura o que tenga rasgos propios de la misma. Cuando hablamos de **arquitectura vernácula** hablamos de tipos de **construcción tradicionales** que nacen en ciertos pueblos de forma autóctona y que se caracterizan por contar con materiales locales y formas de construcción autónomas. (<https://www.mchmaster.com/es/noticias/arquitectura-vernacula-de-la-vivienda/>)



Fuente: <https://www.archdaily.co/co/02-320922/arquitectura-vernacula-viviendas-musgum-en-camerun>

La arquitectura vernácula ha sido concebida y construida:

- Adaptada al clima del lugar, orientación solar adecuada (captación o protección) y aprovechamiento de brisas predominantes, para evitar excesivo consumo energético en la climatización
- Con materiales locales y de baja energía embebida, para evitar consumo energético por combustible en el transporte de materiales y consumo de energía en la extracción, transformación y manufactura de los materiales.
- Menor impacto posible en lugar de implantación, para evitar huella ecológica.
- Con técnicas constructivas del lugar, para respetar las tradiciones e incluir mano de obra local.

EDIFICIO SOSTENIBLE

Para definir que es un edificio sostenible primero se debe definir que es el diseño y la arquitectura sostenible.

Una verdadera Arquitectura Sostenible es aquella que satisface las necesidades de sus ocupantes, en cualquier momento y lugar, sin por ello poner en peligro el bienestar y el desarrollo de las generaciones futuras. Por lo tanto, la arquitectura sostenible implica un compromiso honesto con el desarrollo humano y la estabilidad social, utilizando estrategias arquitectónicas con el fin de optimizar los recursos y materiales; disminuir el consumo energético; promover la energía renovable; reducir al máximo los residuos y las emisiones; reducir al máximo el mantenimiento, la funcionalidad y el precio de los edificios; y mejorar la calidad de la vida de sus ocupantes. (De Garrido, 2010).

Muchos autores confunden sostenibilidad y bioclimática, sin embargo, la sostenibilidad es un concepto macro que involucra a la bioclimática como parte esencial, ambas están íntimamente ligadas y solamente el sector de uso y la búsqueda de una definición concreta nos permite diferenciarlas. (Duplat, 2017, P.12)

Figura 5: Principios del Desarrollo Sostenible.



La arquitectura sostenible podríamos encajarla dentro del término general que involucra todo el concepto de “sostenibilidad” desde lo económico, lo social y lo ambiental; es un concepto macro que involucra la arquitectura bioclimática como un componente o herramienta para ejecutar con precisión los componentes de sostenibilidad en un proyecto arquitectónico. (Duplat, 2017, P.11)

Fuente: Módulo 1. Unidad 1. DDI EECA, 2021

Principios del Diseño Sostenible

La Facultad de arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Michigan, en el documento *Introducción al Diseño sostenible* publicado en 1998, propone tres principios de sostenibilidad en la arquitectura, los cuales pueden proporcionar una amplia conciencia del impacto ambiental global y local de la arquitectura.

Economía de los recursos: se ocupa de la reducción, reutilización, y reciclaje de los recursos naturales que son insumos para un edificio. Teniendo en cuenta el Flujo de recursos (Entrada y salida de recursos)

Diseño del Ciclo de Vida: Proporciona una metodología para analizar el proceso de construcción y su impacto en el medio ambiente. Teniendo en cuenta cuatro grandes fases: Diseño, Construcción, Operación y mantenimiento y Demolición.

Diseño centrado en el ser humano: Se centra en las interacciones entre el ser humano y el medio ambiente. Busca preservar los ecosistemas que permiten la supervivencia humana.

Estos tres principios constituyen el marco conceptual del diseño sostenible, las estrategias de cada principio permiten una comprensión de cómo el edificio interactúa con sus sistemas y con su entorno y de estas estrategias se desprenden unos métodos para aplicar el diseño sostenible a la arquitectura.

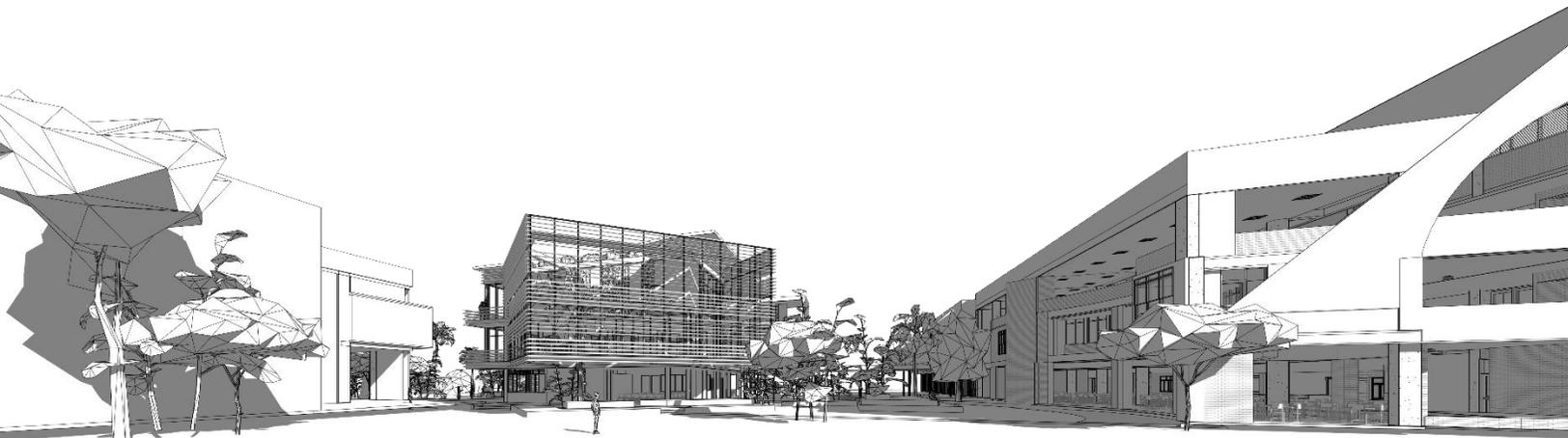
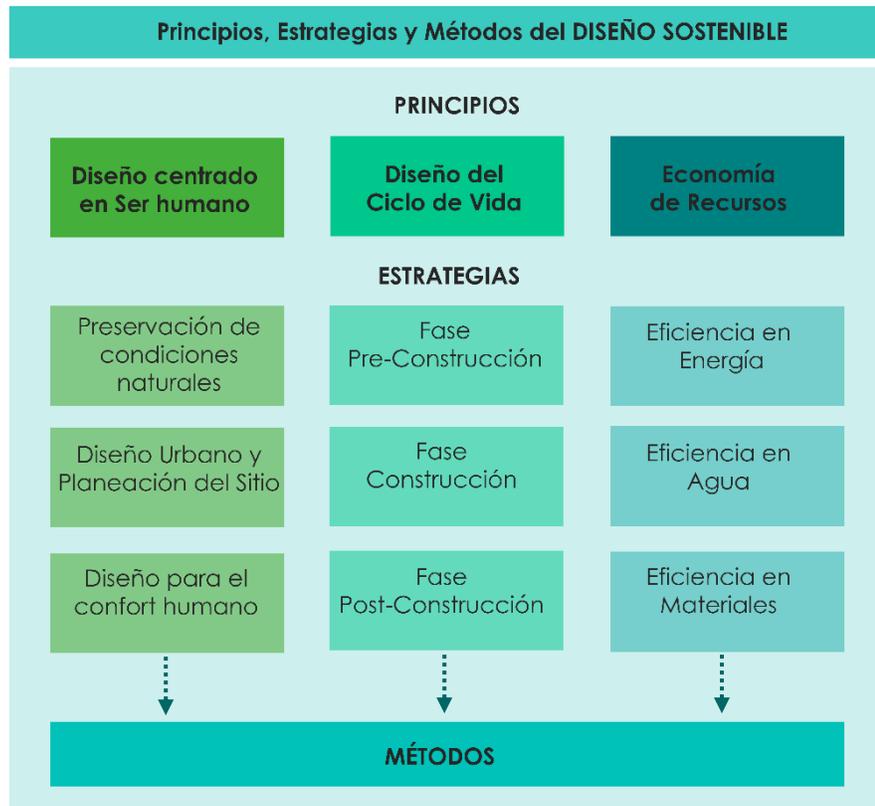


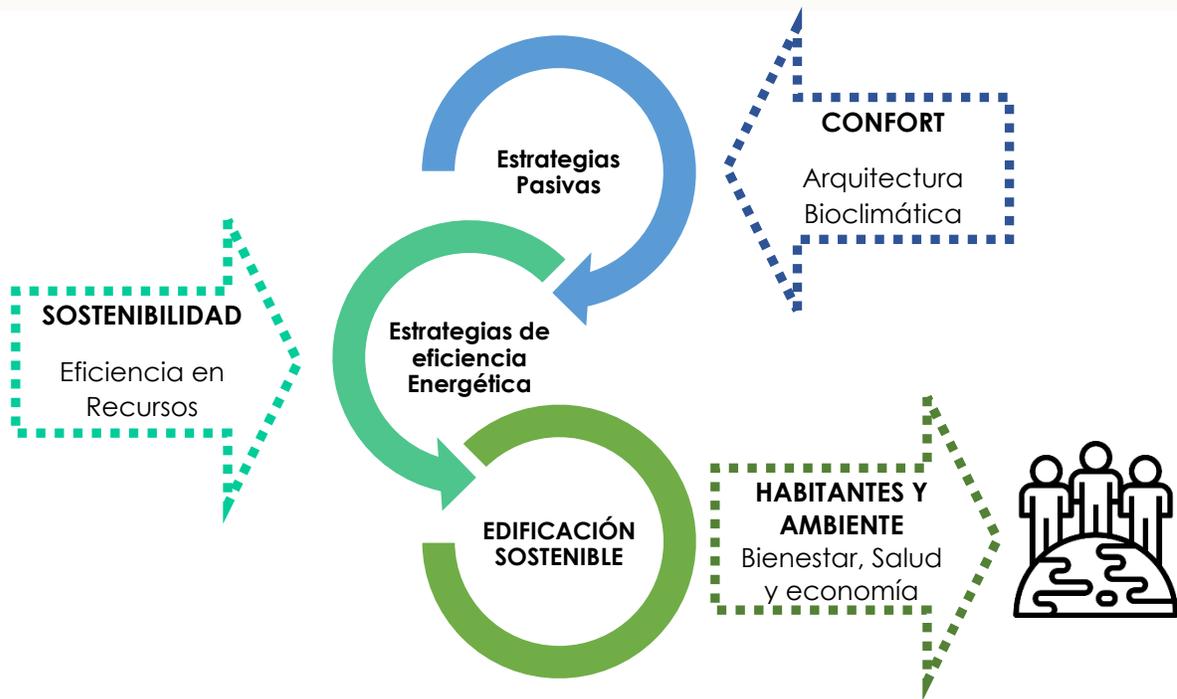
Figura 6: Principios, estrategias y métodos del Diseño Sostenible.



Fuente: Kim, J. J. y Rigdon, Brenda. (1998). *Introduction to Sustainable Design*. National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan, EUA

Tomando como base los conceptos de diseño y arquitectura sostenible se define que, una **edificación sostenible** está enmarcada en los principios del desarrollo y el diseño sostenible, concebida según los parámetros de diseño bioclimático, haciendo uso de estrategias pasivas y/o activas para brindar confort y salud a sus habitantes; es respetuosa con el medio ambiente, integrada a su entorno y eficiente en la gestión de recursos (energía, agua y materiales) en todo su ciclo de vida, buscando reducir las emisiones de CO₂ para mitigar el calentamiento global.

Figura 7: Concepto Edificio Sostenible.



Fuente: Elaboración propia

SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN EN COLOMBIA

Una certificación energética o un sello sostenible es una herramienta para evaluar y clasificar el desempeño ambiental de edificaciones y el entorno construido. Ampliando un poco más su utilidad, es una hoja de ruta para alcanzar niveles de diseño, construcción, operación y mantenimiento de las edificaciones, logrando que sean más adaptadas a su entorno, mayor confort y salud de las personas, eficientes en energía y más respetuosos con el medio ambiente.

Actualmente en Colombia, se cuenta con ocho sellos o sistemas de certificación, con los que se han desarrollado diferentes tipos de proyectos inmobiliarios sostenibles.

Estos sistemas son: LEED, CASA Colombia, ARC, HQE, WELL, Living Building Challenge, EDGE y Cradle to Cradle.

Figura 8: Certificaciones energéticas mercado nacional colombiano.



Fuente: CCCS, diciembre 2021

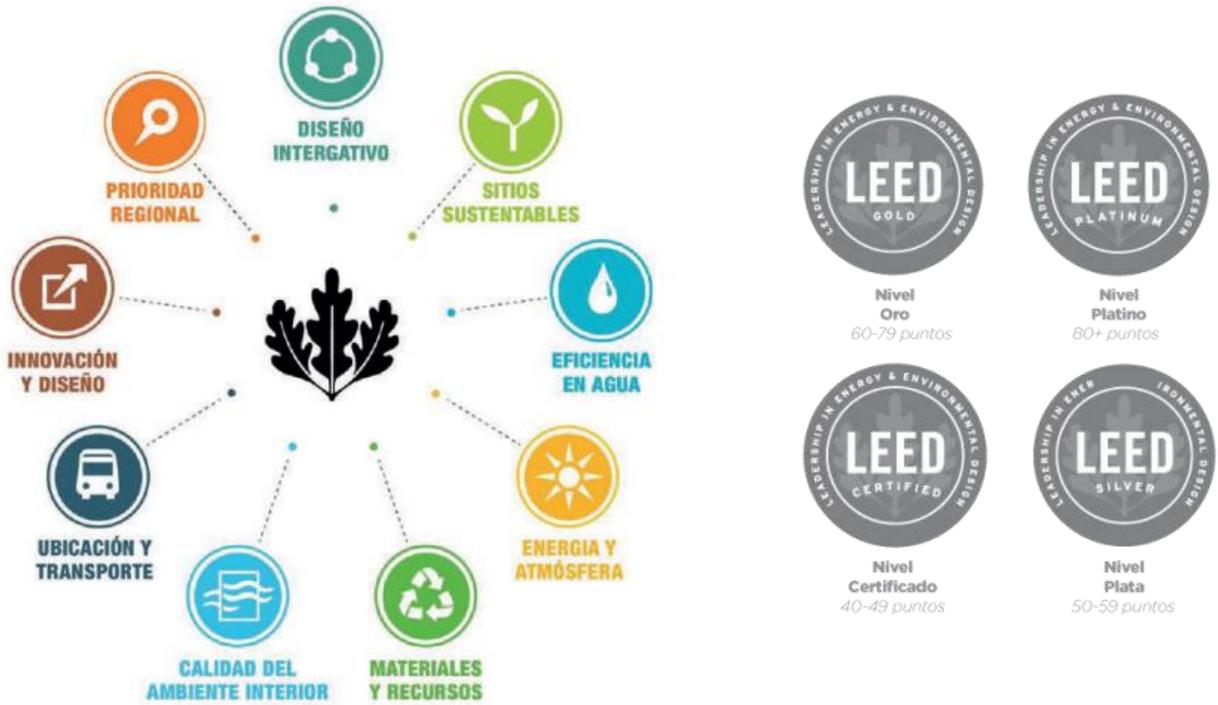
Son tres los más utilizados, presentan mayor cantidad de proyectos registrados y/o certificados: LEED, EDGE y CASA Colombia

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Desarrollado por el US Green Building Council de Estados Unidos, es el sistema de certificación más utilizado en el mundo para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de construcciones sostenibles. Disponible para todo tipo de edificaciones.

Establece un sistema de puntos clasificados en varias categorías (de diseño y construcción) y dependiendo de la cantidad de puntos logrados se obtiene uno de los cuatro niveles de calificación LEED: Certificado, Plata, Oro o Platino.



Figura 9: Certificación LEEDv4_Criterios y Niveles.



Fuente: El acero en las certificaciones de edificación sostenible. P.7

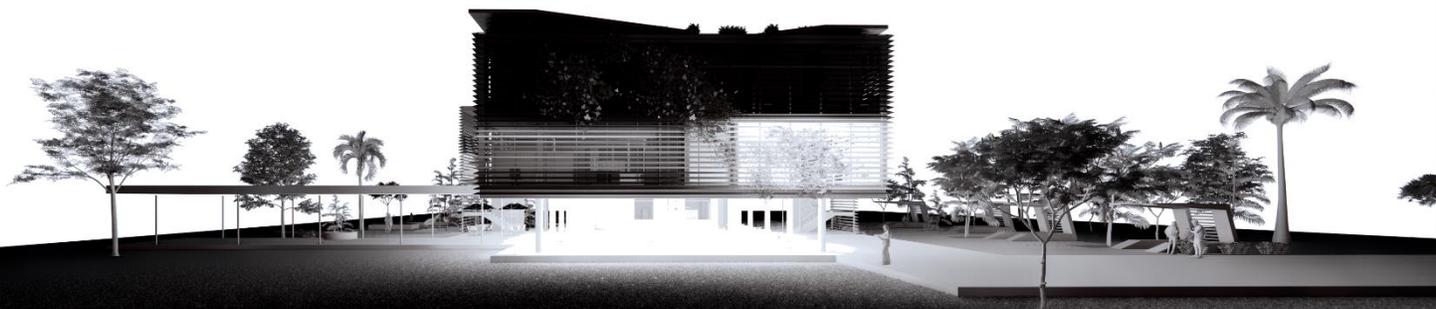


Figura 10: Criterios de Evaluación LEEDv4



Fuente: Elaboración propia tomado de <https://www.helios.com.co/post/categorias-certificacion-lead>
<https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-lead/>

Proyectos LEED en Colombia

El CCCS es el representante en el país del World Green Building Council y aliado de organizaciones como el World Resources Institute para el Programa BEA y el U.S. Green Building Council (USGBC) y el Green Business Certification Inc. (GBCI) para el Programa LEED en Colombia.

En Colombia, a finales de 2020, la apuesta sostenible de 218 edificaciones contaba con la certificación LEED –Leadership in Energy & Environmental Design, por sus siglas en inglés–, emitida por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y verificada globalmente por Green Business Certification Inc. Actualmente, el país ostenta el título del cuarto mercado más grande para la construcción LEED en Latinoamérica. (<https://www.semana.com/sostenibilidad/negocios-verdes/articulo/tres-ejemplos-de-edificaciones-que-dejan-huella-verde/202100/>)

Figura 11: Proyectos LEED en Colombia



Fuente: Elaboración propia tomado <https://www.javerianacali.edu.co/noticias/edificio-multipropositos-cedro-rosado-finalista-en-la-xxii-bienal-panamericana-de> <https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/edificios-de-amarillo-en-colombia-un-referente-de-infraestructura-sostenible-en-america-latina/202100-2/>

EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies). Es una certificación sencilla para diseñar y certificar edificios ecológicos, es una innovación de la Corporación Financiera Internacional (IFC) entidad miembro del Grupo Banco Mundial.

La aplicación EDGE es de uso gratuito y tiene aplicabilidad para el diseño de edificios de tipo comercial, residencial o de uso mixto.

Figura 12: Niveles de Certificación EDGE



Fuente: <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>

Nivel 1: Certificación EDGE.

20% o más de Ahorro en energía, agua y energía incorporada en los materiales.

Nivel 2: Certificación EDGE ADVANCE.

Certificación EDGE + >40% en energía en el emplazamiento

Nivel 3: Zero Carbon.

Certificación EDGE Advanced + 100 % de energías renovables en el emplazamiento o fuera de este, o compensaciones de emisiones de carbono adquiridas que totalizan el 100 % de reducción de emisiones. Se debe contabilizar toda la energía, incluido el diésel y el gas licuado de petróleo

Proyectos EDGE en Colombia

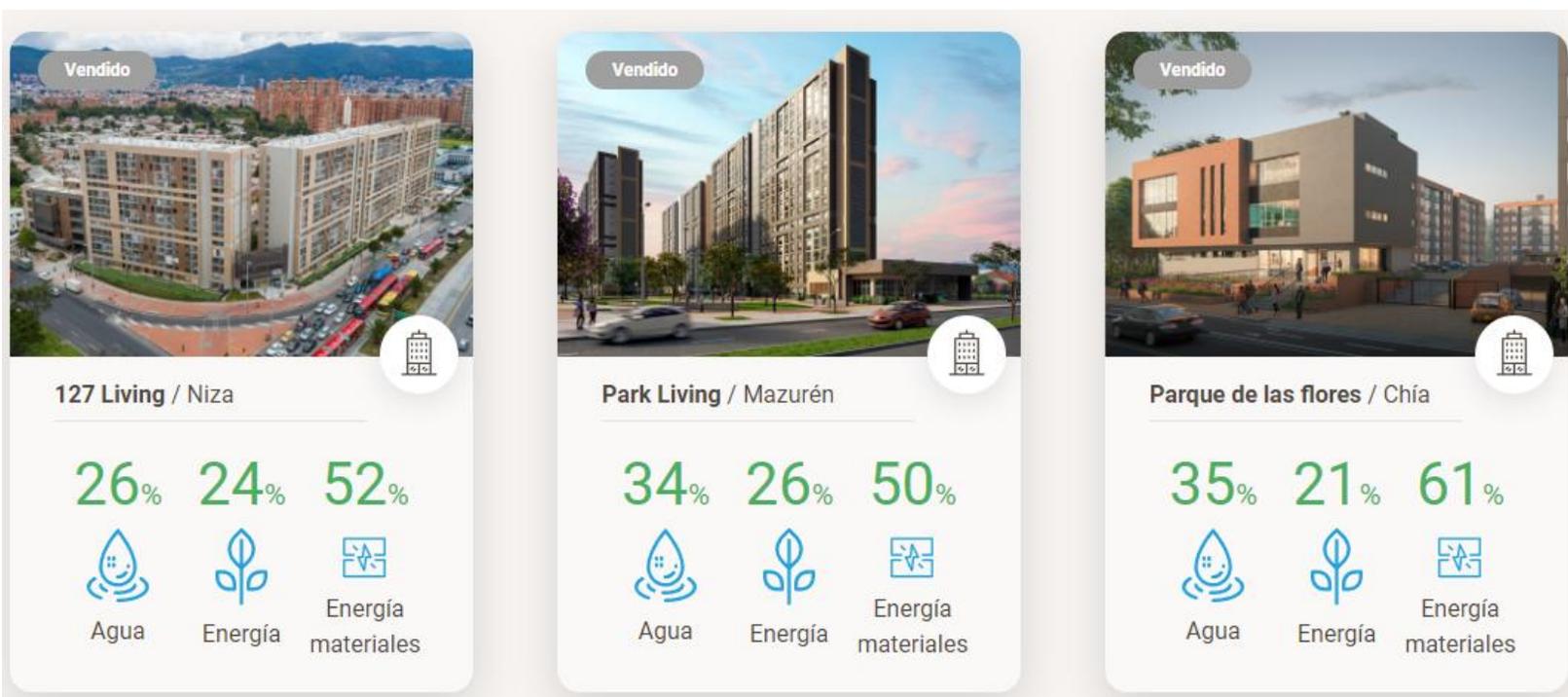
CAMACOL es el proveedor exclusivo de los servicios de certificación EDGE en Colombia

Tras cuatro años de adelantar proyectos, Colombia le apunta a ser una potencia Edge. “En este trabajo hemos generado uno de los mejores ecosistemas de sostenibilidad de América Latina con más de 90 expertos acreditados y reconocidos internacionalmente como expertos Edge. Nuestro gran reto es lograr

que la construcción sostenible llegue a todo el territorio nacional y, eventos como Biocasa, son una gran plataforma para seguir transformando al país y aportando a su desarrollo sostenible”, sostuvo la presidenta de Camacol, Sandra Forero Ramírez.

Según indicó, la meta a 2023 es que una de cada cinco construcciones en el país esté certificadas con Edge, y que los primeros proyectos Camacol Neutral estén en operación, “lo cual contribuiría a una reducción de 51% de la huella de carbono en los proyectos de construcción y en las organizaciones”. (<https://www.larepublica.co/especiales/la-hora-de-la-sostenibilidad/tras-cuatro-anos-de-adelantar-proyectos-colombia-le-apunta-a-ser-una-potencia-edge-3207365>)

Figura 13: Proyectos EDGE en Colombia



Fuente: <https://www.constructorabolivar.com/certificaciones>

CASA COLOMBIA. Es un sistema de certificación integral para la construcción sostenible y saludable de viviendas VIS y no VIS, se enfoca en las personas y su calidad de vida, brindándoles entornos respetuosos con el medio ambiente. Es una herramienta desarrollada para el contexto nacional por el CCCS (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible), desde el 2017 ha venido evolucionando con participación del sector constructor, expertos, comunidad interesada.

Figura 14: Criterios de Evaluación CASA Colombia 2.0



Fuente: Elaboración propia tomado de CASA Colombia versión 2.0. CCCS 2018

Figura 15: Niveles de Certificación CASA Colombia

		No VIS	VIS
Excepcional	★★★★★	+ 85 puntos	+ 80 puntos
Excelente	★★★★	[71 -84]	[60 -79]
Sobresaliente	★★★	[61 - 70]	[40 -59]
Muy Bueno	★★	[51 – 60]	[20 -39]
Bueno	★	[40 - 50]	[20 -39]

Lineamientos Obligatorios (Bueno - Excelente)

Lineamientos Opcionales (Excelente - Excepcional)

Fuente: CASA Colombia versión 2.0. CCCS 2018

Proyectos CASA COLOMBIA en Colombia

Figura 16: Edificio ELE 16 CASA Colombia

1 Iniciativa

PROYECTO ELE16

OBJETIVO
Diseñar y construir el primer proyecto de vivienda con sistemas prefabricados en Colombia con atributos de sostenibilidad integral.

Diseño bioclimático en 9 viviendas
80% del tiempo se logra el confort térmico
100% los espacios son ventilados naturalmente*

*Dando cumplimiento al estándar ASHRAE 61.1

Generación de 10 MWh/año por paneles fotovoltaicos.
Equivalente 4.78% de la demanda total de energía y 44% de la demanda en zonas comunes

19% ahorro de agua por uso aparatos sanitarios eficientes.
Equivalente 348 m³/año
69% ahorro de agua por captación de aguas lluvias uso de especies nativas en zonas verdes

20% de materiales utilizados con contenido reciclado.
Equivalente 16 t
Disminución de 90% de uso de madera y poliestireno

25% de ahorro de energía. Equivalente 60 MWh/año

Aprovechamiento del 45% de los RCDs (limo, madera, chatarra y cartón) equivalente a 2024 t, utilizados como insumo para materias primas, biomasa y procesos de alfarería

Edificio ELE 16
Medellín, Antioquia

Certificado CASA COLOMBIA_Diseño
Año Certificación 2020
Año construcción 2021

Categoría NO VIS
Residencial estrato 6

Montaje de la estructura para la construcción se realizó en un tercio de lo que tardaría una construcción tradicional.
Es el primer proyecto de vivienda con gestión documental a través de BIM 360

Iluminación LED con sensores
Muros interiores en Durapanel
30 paneles solares para generación de energía en zonas comunes.
Vuelos con drones para seguimiento semanal del proyecto

<https://youtu.be/XW6W7-7TPdA>



ACUERDO EMPRESARIAL 2030

Fuente: Estado de la Construcción Sostenible en Colombia 2021. CCCS
<https://conconcreto.com/ele-16/>
<https://ww2.camacolcundinamarca.co/documentos/informes/INFORME-SOSTENIBILIDAD-2019-2.pdf>

Figura 17: Urbanización EL PARAISO CASA Colombia

**Urbanización EL PARAISO**

Valparaíso, Antioquia

**Certificado CASA COLOMBIA
EXCEPCIONAL_5 Estrellas**

Año Certificación 2020

Año construcción 2021-2022

**Categoría VIS
Residencial**

Primer Proyecto de Vivienda de Interés Social Sostenible

Apuesta por la calidad, sostenibilidad y bienestar para impactar a familias compradoras rurales y urbanas con ingresos de 1 salario mínimo

35% Ahorro Energía en viviendas
 20% Ahorro Agua en interior viviendas
 100% Empleos Legales y Formales RS
 Educación y participación
 propietarios

693 m3 Ahorro de agua en obra
 (sistema de recirculación de agua)
 48% Costos de materiales atributos de
 bajo impacto ambiental

<https://youtu.be/uvCZuL9MYfk>

Fuente: <https://www.elkinlavoe.com/syma-consultores-constructores-apuesta-por-la-sostenibilidad-y-emprendimiento-con-impacto-social-en-el-suroeste-antioqueno/>
<https://periodicoelsuroeste.com/sostenibilidad-una-forma-de-vivir/>

los sistemas de certificación han sido un importante movilizador para la adopción de la sostenibilidad en los proyectos de construcción. En 2008 se registraron en el país los primeros tres proyectos LEED®, y a partir del año 2010 se empezaron a tener proyectos certificados. A partir de ese momento se ha dado un importante crecimiento de los sistemas de certificación en el país, integrándose al mercado otras certificaciones internacionales como EDGE y HQE, y a nivel nacional, logrando el desarrollo de la certificación CASA Colombia, exclusiva para proyectos de vivienda. Esto ha resultado en la inclusión de atributos de sostenibilidad en diversos tipos de proyectos, desde vivienda de interés social hasta grandes complejos hospitalarios.

Es claro que para que un proyecto sea sostenible no se requiere necesariamente contar con una certificación de este tipo. Sin embargo, se reconoce que un buen indicador de la penetración de la

sostenibilidad en la cadena de valor de la construcción se puede dar a partir de las cifras de estas certificaciones, que representan herramientas valiosas como referentes técnicos y de verificación del cumplimiento de unos estándares validados internacionalmente (CCCS, 2021, p.11. Estado de la construcción sostenible en Colombia).

5 MARCO METODOLÓGICO Y ALCANCE PROPUESTA

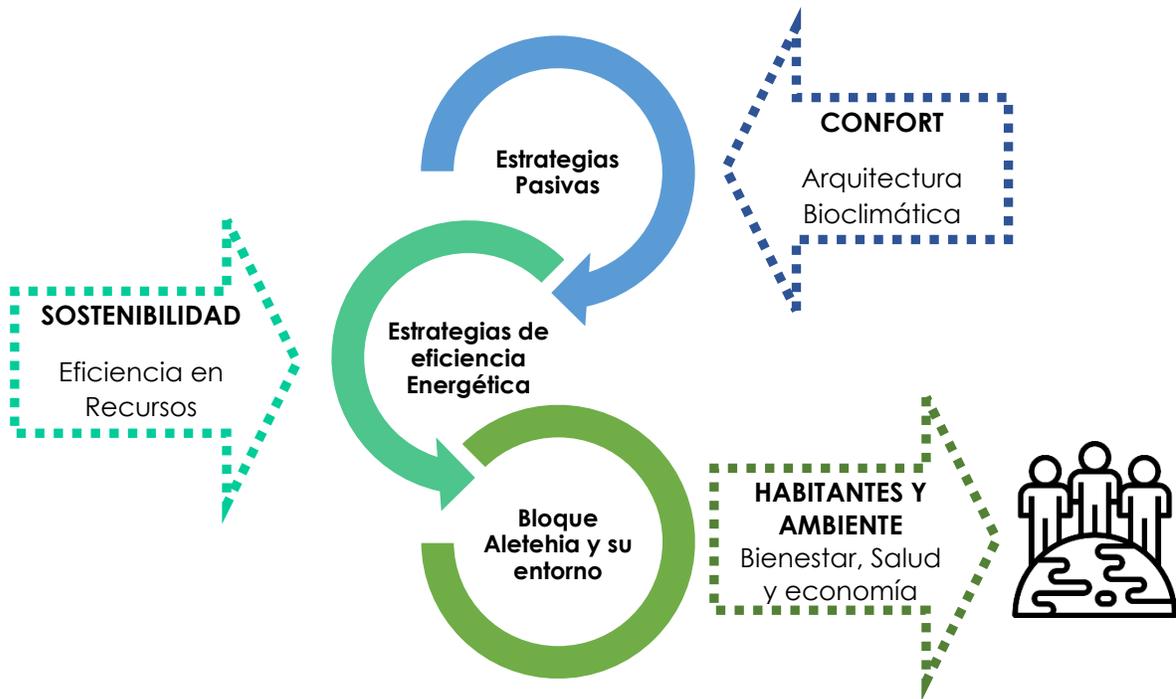
Figura 18: Marco Metodológico



Fuente: Elaboración propia.



Figura 19: Alcance Intervención Proyectual Bloque Aletehia.



Fuente: Elaboración propia

Estrategias Pasivas (Arquitectura Bioclimática_Confort-Bienestar)

Diseño Bioclimático Bloque Aletehia

Diseño de Envoltente Fachada: Diseño e implementación de doble fachada en Vidrio de control solar + Fachada ventilada con cortasoles fija y móvil (accionable por habitantes) + vegetación tipo enredadera

Diseño de Envoltente Cubierta: Cubierta dilatada a dos aguas invertida con cambio de nivel para generar ventilación cruzada por diferencias térmicas de presión del aire (efecto Venturi). Material de cubierta KingsRoof. Cubierta vegetal

Diseño bioclimático Exterior

Fitotectura: vegetación y árboles nativos. Optimización del microclima (flujos de aire y sombreado). Transicionalidad

Diseño mobiliario: pérgolas y mobiliario de estancia en espacio público. Piso plazoleta en deck concreto

Estrategias Eficiencia Energética (Sostenibilidad_Eficiencia en Recursos)

Eficiencia en Materiales: adecuado comportamiento térmico y con atributos de sostenibilidad (Baja energía embebida, materiales naturales-renovables, regionales, reciclables, contenido RCD, con DAP, con ACV, con etiquetas ambientales)

Eficiencia en Gestión del Agua: Captación, almacenamiento y utilización de aguas lluvias, reciclaje y recirculación de aguas grises, PTAR (tratamiento de aguas negras), Aparatos sanitarios ahorradores, riego por microgoteo.

Eficiencia en Energía: Iluminación LED interior y exterior, paneles fotovoltaicos, sensores de movimiento y vacancia, fachada con revestimiento de control térmico. Computadores y equipos con sello energy star o etiquetas verdes

Calidad del Aire Interior: Ventilación natural y renovación del aire, prohibir y controlar humo cigarrillo, materiales de construcción con bajo VOC, productos de aseo ecológicos

6 DIAGNÓSTICO ACTUAL

Para la evaluación y posterior propuesta de intervención proyectual arquitectónica para rehabilitación sostenible del Bloque Aletehia y de los dos espacios exteriores conexos, se inicia con un diagnóstico de la edificación, tomando como base los parámetros principales del diseño bioclimático y el consumo promedio de agua y energía según uso y clima del Anexo 1_Guía de Construcción Sostenible de la Resolución 0549 de 2015 (tabla 1 y tabla 2, Pág.8), por no contar con datos de consumos reales del edificio.

Figura 20: Vista aérea Campus Universidad Católica de Pereira.



Fuente: <https://universidadesyprofesiones.com/universidades/universidad-catolica-de-pereira>

PARÁMETROS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Análisis Climatológico. La ciudad de Pereira está ubicada en el departamento de Risaralda en el centro occidente de Colombia, en el valle del río Otún en la Cordillera Central

Tabla 1: Datos generales Pereira.

DATOS GENERALES DE PEREIRA	
Coordenadas	4° 48' 51.4" N, 75° 4 1' 40.41" W
Altitud	1414 msnm
Temperatura promedio anual	21°C
Humedad relativa	74% y 82%
Clima	Húmedo - Tropical
Radiación Global media	4,0 – 4,5 KWh/m ²
Temperaturas moderadas tanto en el día como en la noche, algún exceso de calor se presenta durante los periodos de mayor radiación. °T :18 a 24°C	

Fuente: Elaboración propia

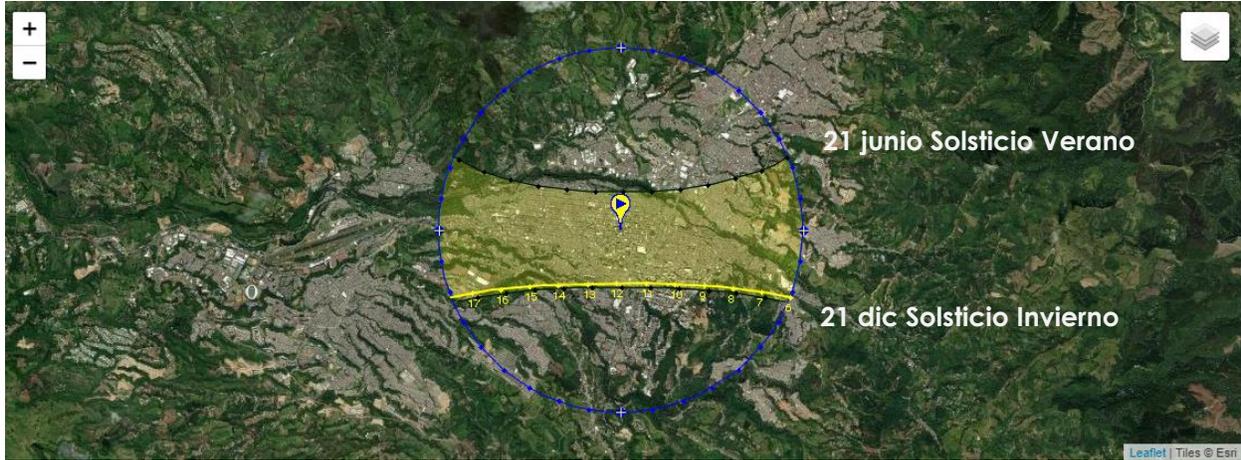
Figura 21: Vista aérea Pereira.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Pereira#/media/Archivo:Alto_del_Nudo_-_Pereira.jpg

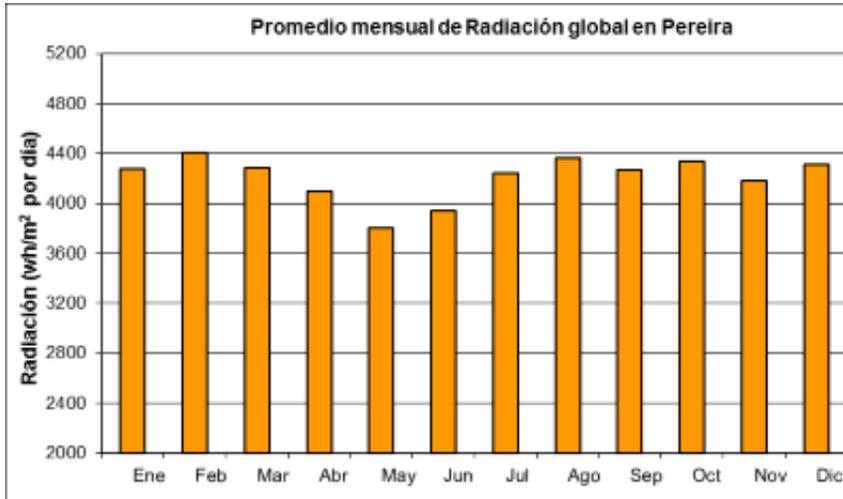
Radiación Solar

Figura 22: Tabla Climática-Datos Históricos Pereira.2019



Fuente: <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/risaralda/pereira-5681/>

Figura 23: Promedio mensual Radiación global horizontal Pereira.



Radiación Global Horizontal

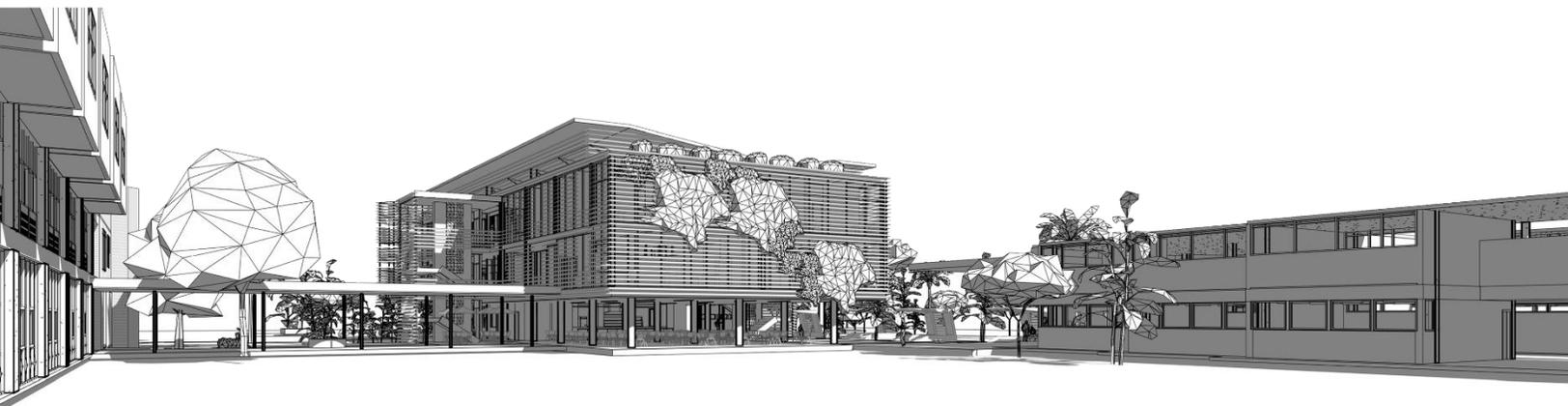
Pereira, ubicada al centro Occidente de Colombia. Se encuentra en la zona intertropical, muy cerca de la línea del ecuador con una incidencia solar muy cercana a la vertical durante todo el año, así que dispone de iluminación natural alta, estable y continua durante todo el año.

Promedio Anual
4,0 a 4,4 KWh/m2

Meses con mayor radiación
Febrero (4,4 KWh/m2), agosto y octubre

Mes con menor radiación
Mayo. 3,8 KWh/m2

Fuente: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/graficosRadiacionIGH/pereira.png>



Temperatura Máxima y precipitaciones

Figura 24: Tabla Climática-Datos Históricos Pereira.2019

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	20.6	20.9	21.3	20.8	20.7	20.4	20.9	20.7	20.4	19.9	20	20.3
Temperatura min. (°C)	14.9	15.2	15.8	15.6	15.7	15.3	15.3	15.1	14.9	14.7	15	15
Temperatura máx. (°C)	26.4	26.7	26.8	26	25.7	25.6	26.5	26.4	25.9	25.1	25.1	25.7
Temperatura media (°F)	69.1	69.6	70.3	69.4	69.3	68.7	69.6	69.3	68.7	67.8	68.0	68.5
Temperatura min. (°F)	58.8	59.4	60.4	60.1	60.3	59.5	59.5	59.2	58.8	58.5	59.0	59.0
Temperatura máx. (°F)	79.5	80.1	80.2	78.8	78.3	78.1	79.7	79.5	78.6	77.2	77.2	78.3
Precipitación (mm)	139	154	198	265	279	191	141	155	190	282	270	177

Fuente: <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/risaralda/pereira-5681/>

Temperatura Máxima

Pereira, presenta un clima templado en niveles semihúmedos y húmedos (tropical). °T media anual 21°C

Meses con °T máximas
Febrero (26.8°C), marzo y septiembre

Meses con °T mínimas
Enero y octubre (14.7°C)

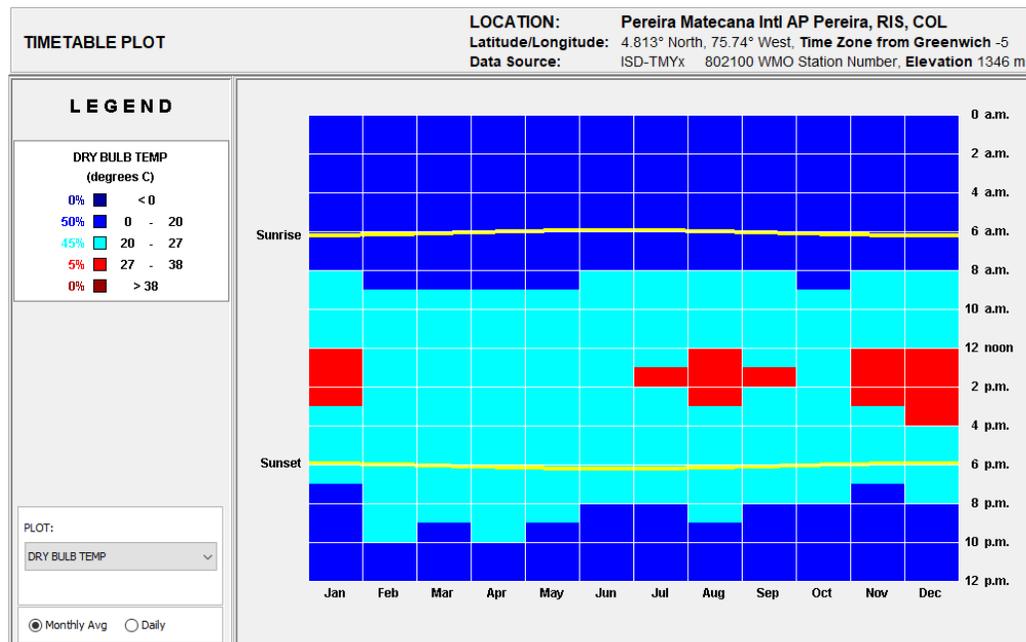
Precipitación media

Pereira, presenta una precipitación anual entre 2000 y 2500mm

Meses más secos
Enero (139 mm) y Febrero/ Julio y agosto

Meses más lluviosos
Abril y mayo /Octubre (282 mm) y noviembre

Figura 25: Temperatura Bulbo seco Pereira.



Temperatura de Bulbo Seco

Amanecer: 6 am aprox. Constante, ligera variación de minutos
 Octubre_5:47 am/ febrero_6:19 am

Puesta del Sol: 6 pm aprox. constante, ligera variación de minutos
 noviembre_5:44 pm/ julio_6:20 pm

Días más largos (>hrs de sol) en junio con una duración de 12 hrs y 24 min

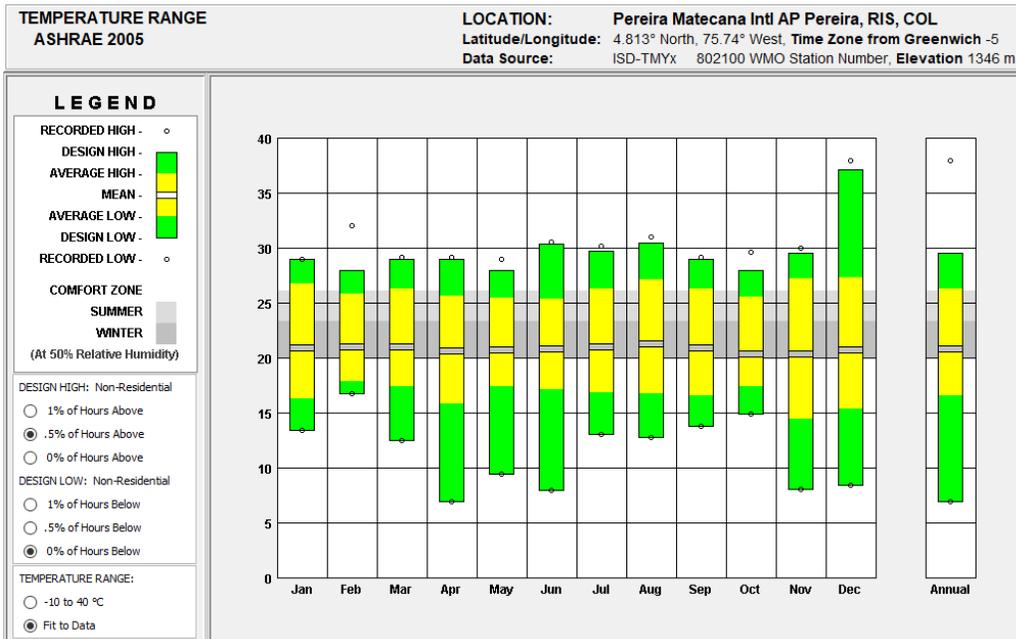
50% de las horas la temperatura **no supera los 20°C**. Horarios: 0 am a 8:30 am y 8pm a 12 pm.

45% de las horas la temperatura está entre **20 a 27°C**, Horarios: 8 am a 8pm

5% de las horas la temperatura está entre **27 a 38°C**, Horarios: enero y nov (12m a 3pm), julio y sep. (1 a 2pm), diciembre (12 m a 4 pm)

Fuente: Software Climate Consultand. EPW. COL_RIS_Pereira-Matecana.Intl.AP.Pereira.802100_TMYx.epw

Figura 26: Rango de Temperatura Pereira.



Rango de Temperatura mensual

Zona de Confort (temporada lluvias):
20 a 23°C

Zona de Confort (temporada seca):
20 a 26°C

°T media anual: 21°C

Diciembre, mes con mayor oscilación de temperatura: 8 a 37°C

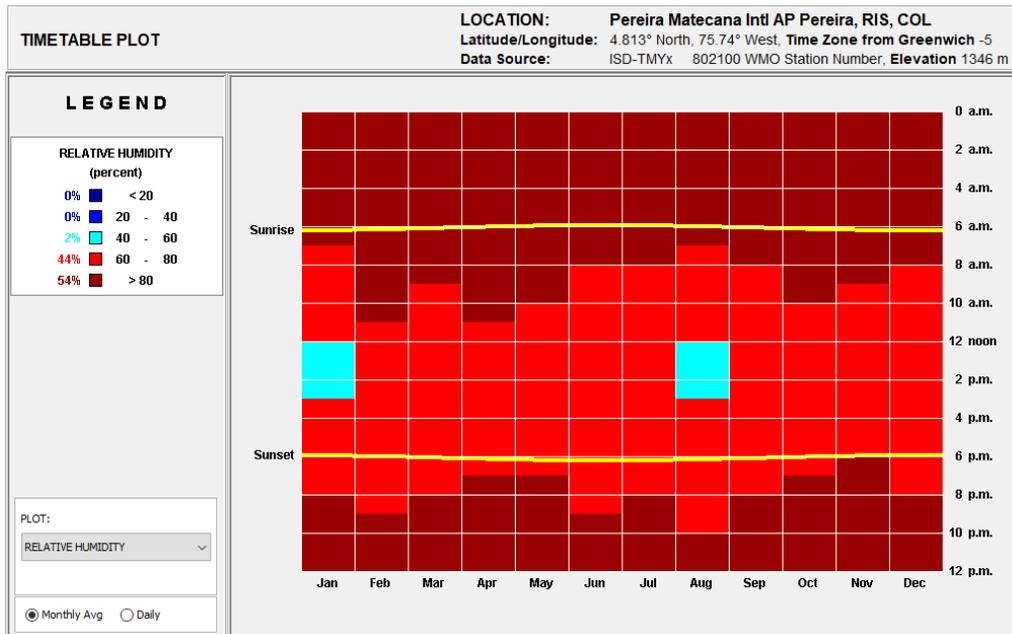
Febrero, mes con menor oscilación de temperatura: 17 a 28°C

Temperatura máxima diseño anual:
29,5°C

Fuente: Software Climate Consultand. EPW. COL_RIS_Pereira-Matecana.Intl.AP.Pereira.802100_TMYx.epw

Humedad Relativa

Figura 27: Humedades Relativas Horarias



Humedad relativa mensual

Humedad Relativa promedio alta:
 agosto mes con HR (73%) más baja
 abril y noviembre HR (82%) más alta

54% del tiempo HR por encima del 80%.
 Horarios: 0 am a 9:00 am y 8pm a 12 pm. Ventaja en la mayoría de estas zonas horarias la °T < 20°C

44% del tiempo HR entre 60 a 80%
 Horarios: 7 am a 8pm
 En esta zona horaria la °T está entre 20 a 27°C y llega en algunos meses a 38°C, lo que implica presencia de bochorno y/o sensación térmica más alta

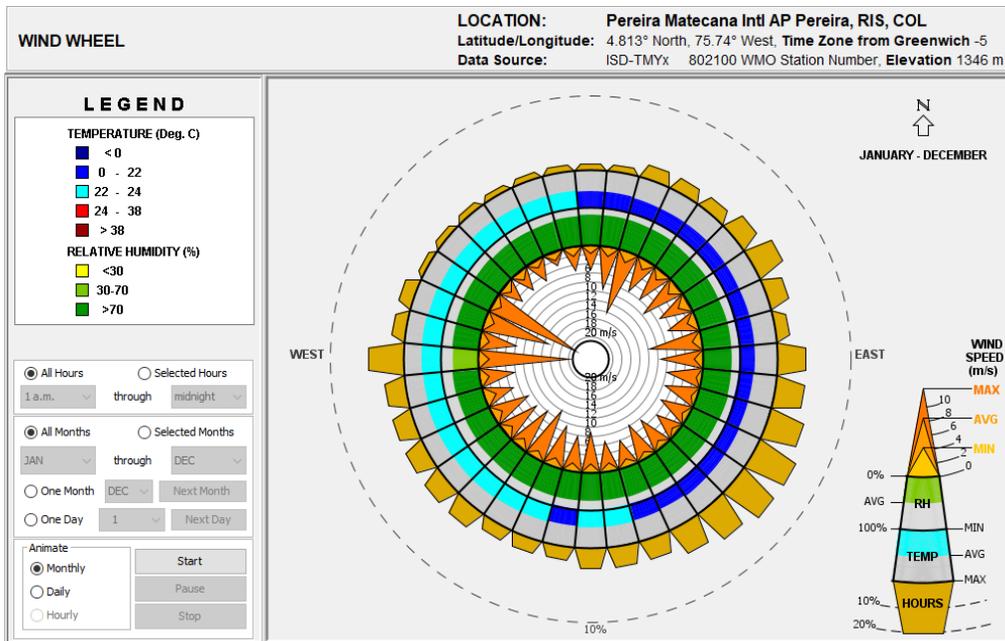
2% del tiempo HR entre 40 a 60%
 (enero y agosto 12 m a 3 pm)

Abril es el mes con mayor incidencia de HR > 80%

Fuente: Software Climate Consultand. EPW. COL_RIS_Pereira-Matecana.Intl.AP.Pereira.802100_TMYx.epw

Vientos

Figura 28: Velocidad, Temperatura y Humedad relativa del viento



los vientos predominantes provienen:

vientos Sur-Este: menos del 10% de las horas del día, vientos fríos °T <20°C, pero húmedos (HR>70%) y con velocidad de hasta 8m/s.

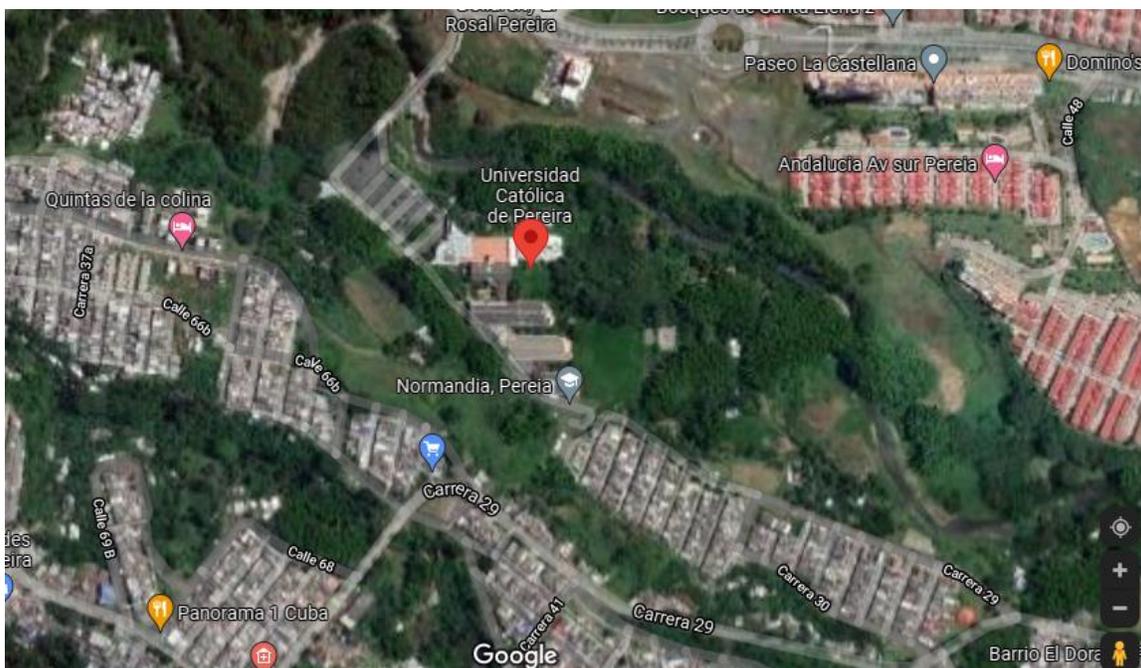
vientos Oeste: más puntuales que los vientos del SE. Se presentan menos del 10% de las horas del día, vientos cálidos °T 22-24°C, semihúmedos (HR 30-70%) y con velocidad de hasta 20m/s.

En diciembre los vientos predominantes vienen del Este (vientos calientes 24-38°C, semihúmedos y baja velocidad 2m/s) y del Oeste (vientos fríos <22°C, húmedos y muy baja velocidad 2m/s)

En junio vienen del Sur-Este, vientos fríos °T <20°C, pero húmedos (HR>70%) y con velocidad de hasta 6m/s

Fuente: Software Climate Consultand. EPW. COL_RIS_Pereira-Matecana.Intl.AP.Pereira.802100_TMYx.epw

Figura 30: Ubicación Universidad Católica de Pereira



Fuente: Google maps

Tabla 2: Datos generales Universidad Católica de Pereira y Bloque Aletehia

DATOS DEL LUGAR UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA	
Ubicación	Sector Sur de Pereira en la Avenida Sur / Las Américas Cra 21 # 49 95
Localización Geográfica	Latitud: 4.805° Longitud: -75.726°
Alta Humedad	Abundantes zonas verdes, arborización y guaduales, cercanía al río
Altitud UCP	1.279 msnm
Uso Bloque	Institucional: Piso 1 (Cafetería, Wcs, Oficinas, Corresponsal Bancario), Piso 2 (Oficinas administrativas y directivas, sala de profesores, wcs), Piso 3 (oficinas docentes, Cuartos técnicos, aulas)
Horario de Uso	7:00 am a 10:00 pm
Cantidad de Habitantes	800 personas promedio

Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Corte transversal Universidad Católica de Pereira



Fuente: Elaboración propia desde GoogleEarth



Tabla 3: Datos Climáticos resumen Pereira

DATOS CLIMÁTICOS RESUMEN			
TEMPERATURA	°T media anual	21°C	Clima templado Húmedo tropical
	°T máxima diseño Anual	29.5°C	
	°T Zona de Confort	20-26°C	
HUMEDAD RELATIVA	HR mínima	73%	Humedad Relativa ALTA
	HR máxima	82%	
VIENTOS	Sur-Este	Escasos, fríos, húmedos. Muy baja velocidad	Escasos, húmedos, baja velocidad
	Oeste	Escasos, cálidos, semihúmedos, baja velocidad	
PRECIPITACIONES	Temporada seca mensual	139 mm	Abundantes
	Temporada de lluvias mensual	282 mm	
	media anual	2450 mm	
RADIACIÓN SOLAR	Mayor Radiación	4,4 kWh/m ²	Directa, alta, constante
	Menor radiación	3,8 kWh/m ²	
	Promedio Anual	4,0-4,4 kWh/m ²	

Fuente: Elaboración propia datos software climate consultand, atlas IDEAM

TEMPERATURA, HUMEDAD Y VIENTOS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA

Cómo se observa en la **figura 31**: corte transversal la Universidad se encuentra ubicada a 1279 m, en una depresión (altura inferior que las regiones circundantes), rodeada de abundante y densa vegetación y muy cercana al río (**figura 31**) por debajo de la cota de este, estas condiciones hacen que la humedad se aumente, debido a que la densa vegetación por evotranspiración produce más humedad y los pocos vientos no descienden, por lo tanto, la humedad no se disipa, se concentra, esto hace que la sensación térmica es mayor.

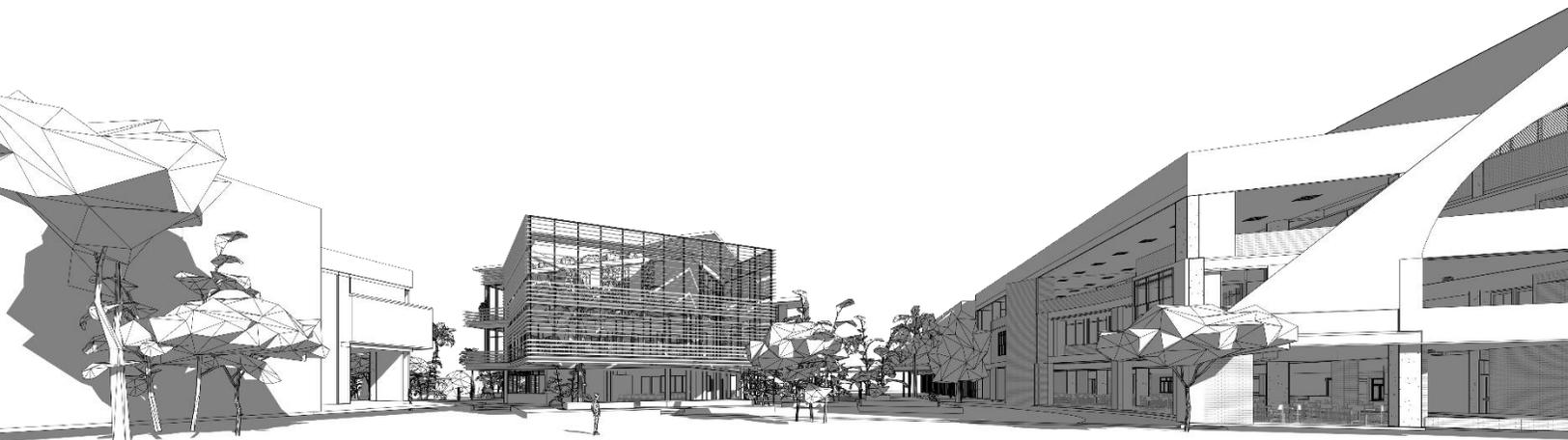
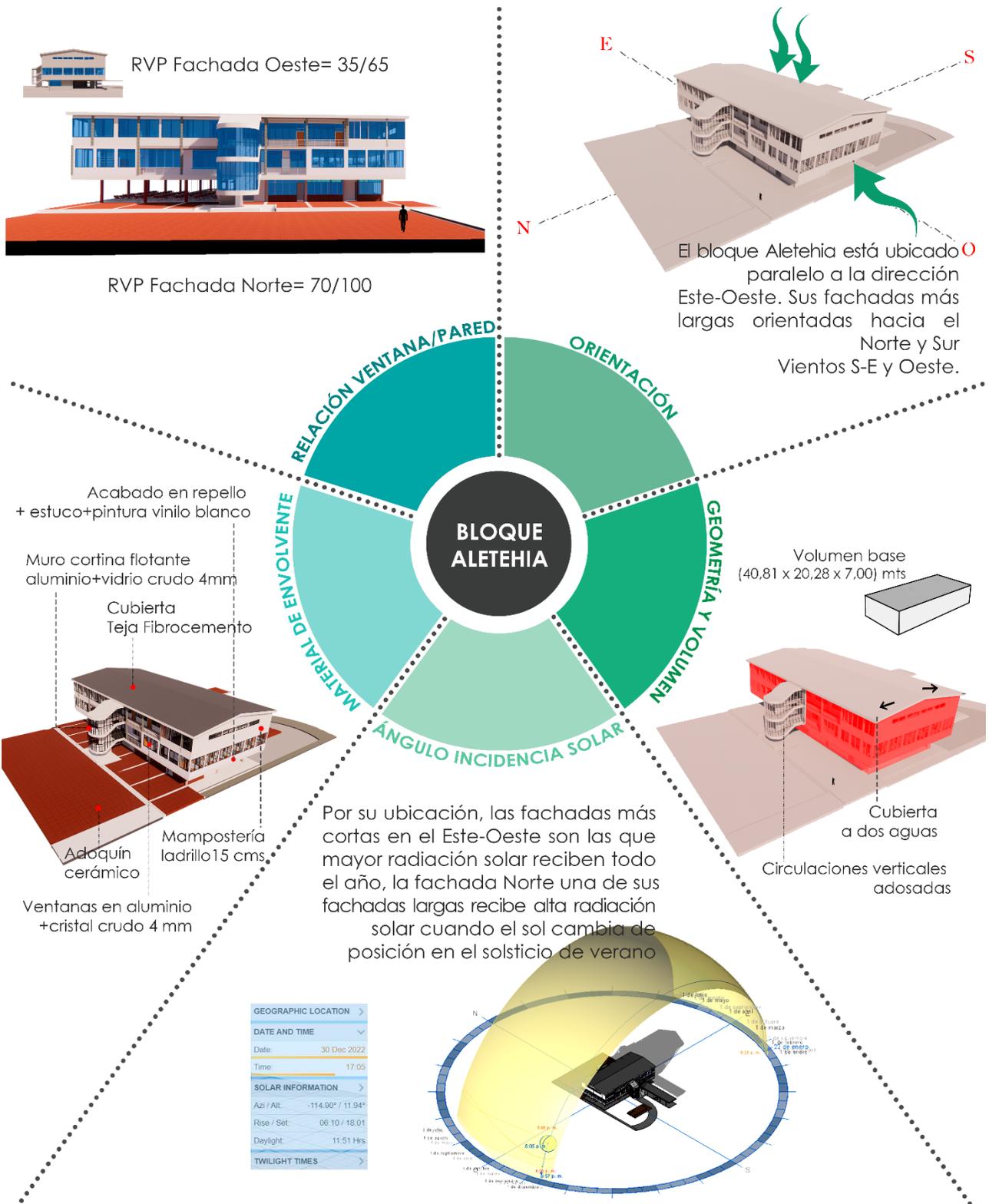


Figura 32: Análisis de parámetros bioclimáticos



Fuente: Elaboración propia

Diagnóstico actual Espacio público conexo (plazoleta 14 de febrero y zona verde fachada Sur)

La Plazoleta 14 de febrero ubicada en la fachada norte del Bloque Aletehia, es una superficie impermeable que favorece el aumento de escorrentía y el aumento de temperatura por incidencia solar directa, ganancia térmica por absorción y liberación posterior del material. Es una zona desconectada, no integrada con la vegetación y con el ecosistema circundante, presenta un corte abrupto por cambio de material y geometría, falta transicionalidad entre zona verde y zona dura. Es un espacio de reunión y eventos universitarios, pero desprovista de condiciones adecuadas de confort para su disfrute y uso adecuado.

Figura 31: Plazoleta 14 de febrero



Fuente: <https://universidadesyprofesiones.com/universidades/universidad-catolica-de-pereira>

La zona verde ubicada en la fachada sur, es un espacio diseñado con el bloque Kabai, pero sin integración arquitectónica al bloque Aletehia, se observa que la plataforma es muy utilizada como zona de estancia para socializar y tomar el sol.

Figura 32: Zona verde fachada sur bloque Aletehia



Fuente: fotos tomadas por J. González, 2022 y <https://es.foursquare.com/v/universidad-cat%C3%B3lica-de-pereira/>

Consumos Actuales (Energía y Agua)

Tabla 4: Línea base de consumo de energía

kWh/m ² -año	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo	
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8	<p>Consumo de Energía Base:</p> <p>44 kWh/m²-año</p> <p>Área total edificio: 2.399 m²</p> <p>Consumo total: 105.556 kWh/año</p>
Hospitales	249,6	108,3	344,1	344,1	
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3	
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5	
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8	
Vivienda no VIS	46,5	48,3	36,9	50,2	
Vivienda VIS	44,6	44,0	34,6	49,3	
Vivienda VIP	48,1	53,3	44,9	50,6	

Fuente: Resolución 0549/2015. Anexo 1_ Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en las edificaciones.

Tabla 5: Línea base de consumo de agua

lt/pers/día	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo	
Hoteles	188,5	564,0	242,0	278,9	<p>Consumo de Agua Base:</p> <p>50 Lts/pers/día</p> <p>Cant.pers. prom/ día: 800 personas</p> <p>50ltsx800persx28díasx 9meses= 10.080.000 lts/año</p> <p>Consumo total: 10.080 m³ /año</p>
Hospitales	620,2	600,0	438,0	800,0	
Oficinas	45,0	45,0	52,0	45,8	
Centros comerciales	6 lt/m ²	6 lt/m ²	6 lt/m ²	6 lt/m ²	
Educativos	50,0	50,0	50,0	24,8	
Vivienda no VIS	145,4	145,3	189,8	174,9	
Vivienda VIS	105,7	113,9	156,7	125,4	
Vivienda VIP	78,1	98,3	189,8	110,6	

Fuente: Resolución 0549/2015. Anexo 1_ Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en las edificaciones.



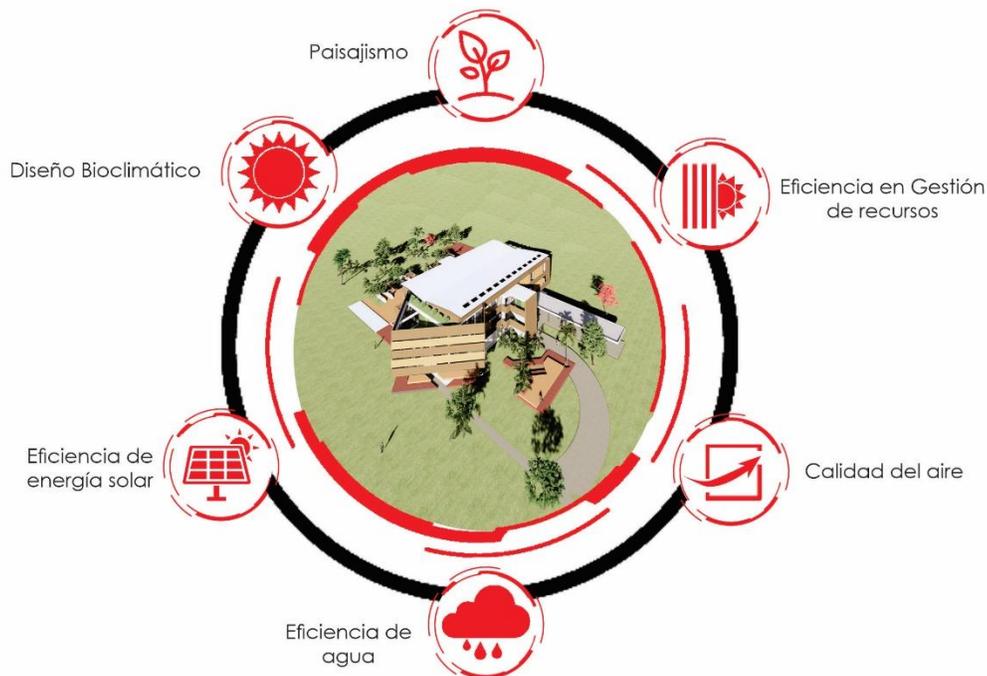
7 PROPUESTA INTERVENCIÓN PROYECTUAL

El Bloque Aletehia de la Universidad Católica de Pereira, es planificado y diseñado de acuerdo con altos estándares de sostenibilidad en cuanto a uso de la energía, agua, calidad del aire interior, reutilización adaptativa de la infraestructura, entre otros. Mostrando su compromiso con el ambiente, los habitantes y transeúntes al generar espacios altamente inspiradores y saludables para la educación consciente y respetuosa con el lugar.

La Plazoleta es una superficie impermeable que favorece el aumento de escorrentía y el aumento de temperatura por incidencia solar directa, ganancia térmica por absorción y liberación posterior del material. Es una zona desintegrada con la vegetación evidenciándose un corte abrupto por cambio de material y geometría.

La propuesta en la plazoleta consiste en restaurar el espacio ampliando el grado de permeabilidad, reducir la incidencia solar directa y circulación de ventilación natural, cambio de material para disminuir ganancia térmica por absorción y posterior liberación de calor. Contribuir a controlar la escorrentía y el ciclo natural del agua mediante la integración con la vegetación nativa. Logrando generar una zona de permanencia de manifestación sociocultural confortable para la comunidad educativa.

Figura 33: Diagrama resumen de Proyecto de Adecuación del Edificio Aletehia, Fuente elaboración propia



Propuesta Bioclimática del Bloque Aletehia

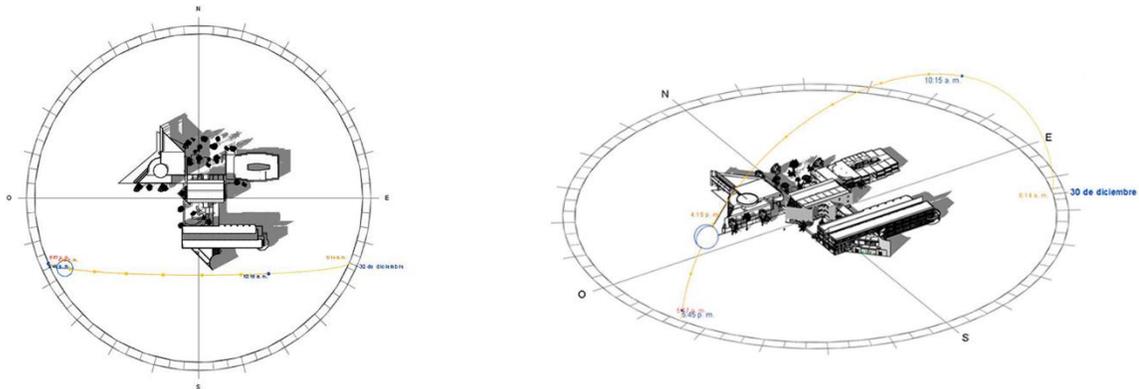
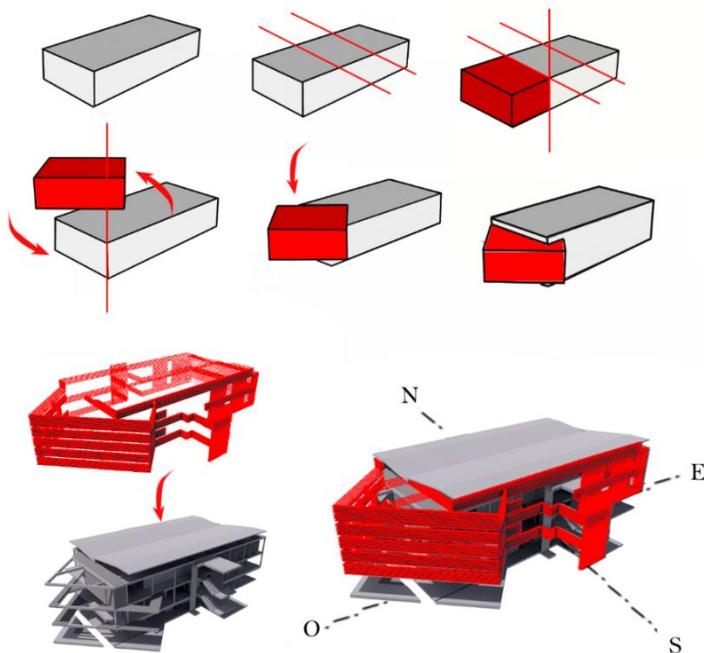


Figura 34: Gráfico de Asoleamiento, Fuente elaboración propia

La orientación actual del Edificio Aletehia con respecto al sol genera una concentración de calor en la fachadas este y oeste, aunque estas son las más cortas transmiten una sensación de alta temperatura en el resto del edificio.



Por lo tanto, se propone un diseño de la envolvente adaptado al clima partiendo de los elementos existentes, se implanta un volumen adicional con un giro de 45° el cual es una orientación adecuada respecto al sol, funcionará como una doble piel que tenga interacción con el edificio y la vegetación existente de manera que no reciba el sol directamente sobre una cara, sino sobre una esquina. Con el objetivo de mejorar la calidad de vida y dar la posibilidad a las personas en condición de discapacidad poder desplazarse con comodidad

Figura 35 Gráfico de Proceso de diseño de adecuación de fachada.

En el proyecto se toma el concepto del juego de sombras que genera el gradual como filtro de regulación térmica en la zona verde de la universidad con respecto al movimiento del sol, logrando a su vez permeabilidad al realizar apertura al paisaje cercano y lejano.

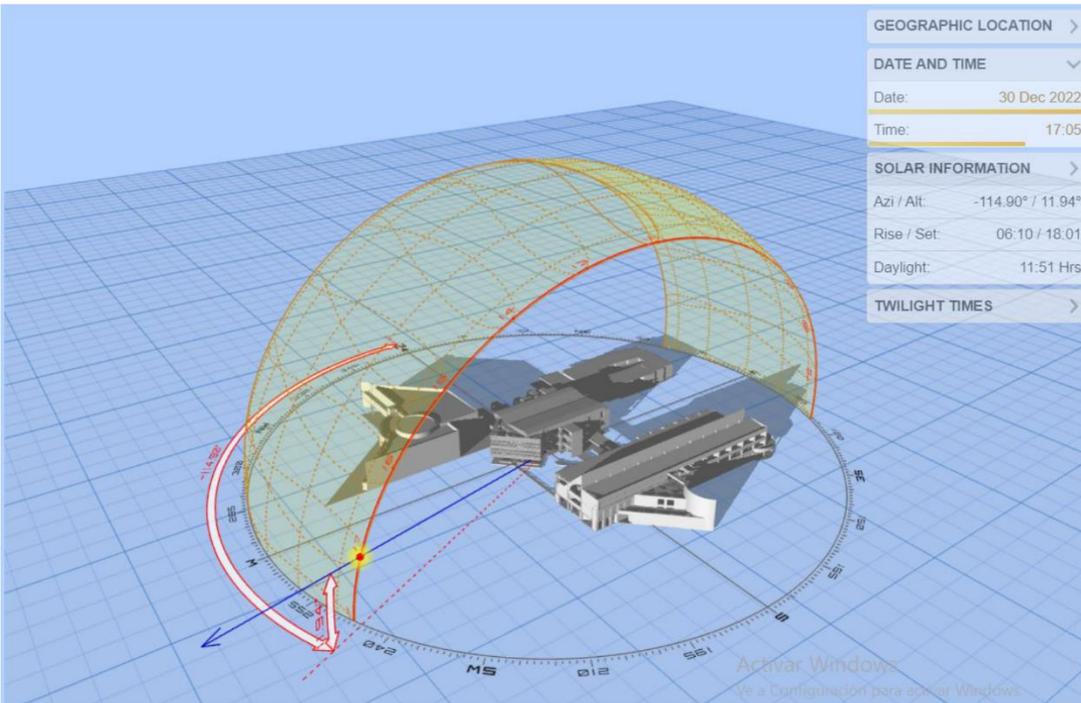


Figura 36: Gráfico de Asoleación 30 diciembre Hora 17:05, Fuente de elaboración propia

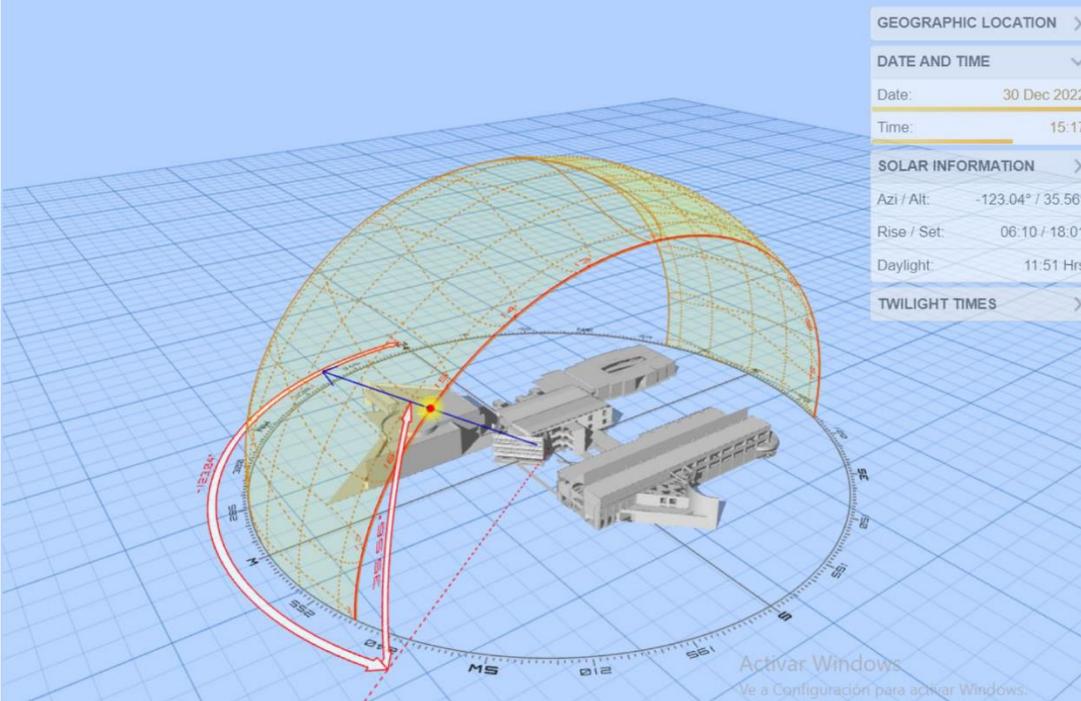
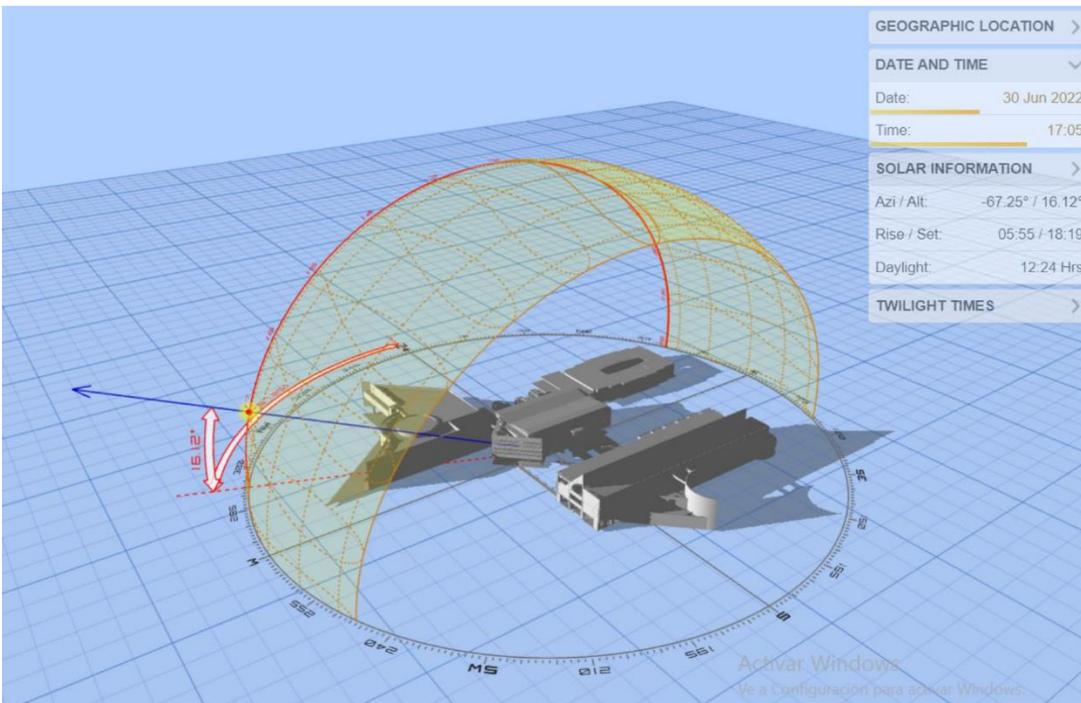


Figura 37: Gráfico de Asoleación 30 diciembre Hora 15:17, Fuente elaboración propia

Se evidencia el mayor impacto solar sobre la fachada oeste durante todo el año, el cual es protegido por la forma del revestimiento en la fachada ajustado a los solsticios



En la fachada norte recibe gran cantidad de radiación solar en el solsticio de verano en el mes de junio

En la Plazoleta 14 de febrero se proyecta sembrar árboles nativos de densidad alta con el fin reducir la radiación solar directa en las horas de la mañana y tarde.

Figura 38: Gráfico de Asoleación 30 de junio Hora 17:05, Fuente de elaboración propia

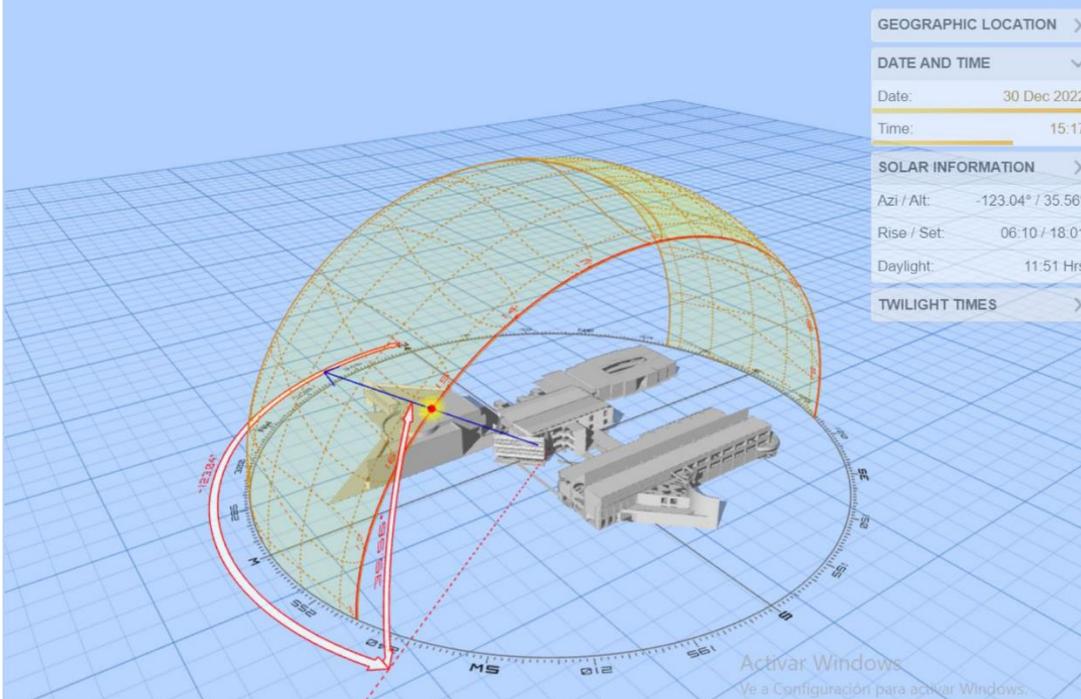


Figura 39: Gráfico de Asoleación 30 de junio Hora 15:17, Fuente elaboración propia

Se propone generar un espacio aledaño al punto fijo preexistente para instalar un ascensor, con el fin de brindar accesibilidad a las personas con

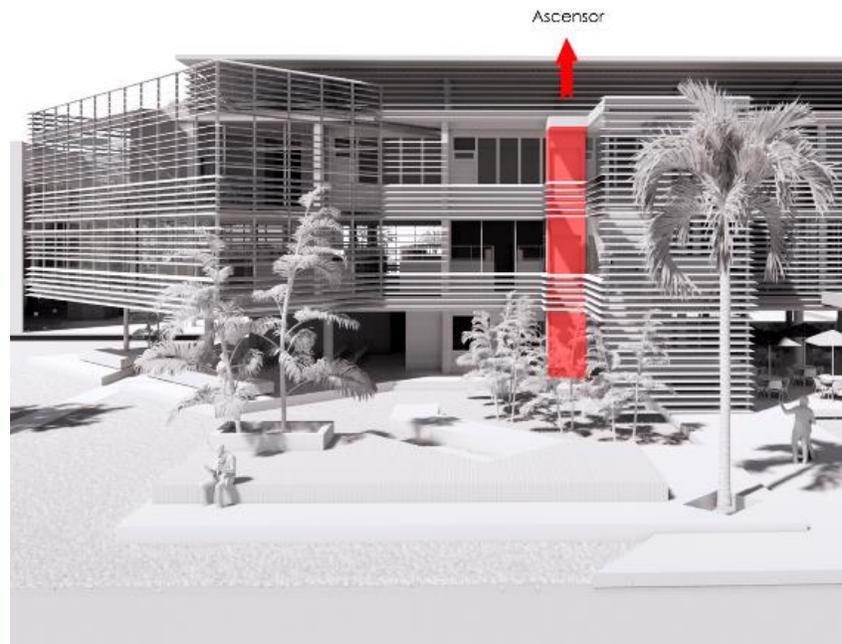


Figura 40: Gráfico de Ubicación Ascensor, Fuente de elaboración propia

Figura 41: Gráfico de Imagen General Proyecto, Fuente elaboración propia



Eficiencia en Gestión de Energía

Se propone integrar el revestimiento de la fachada como dispositivo de control térmico con el funcionamiento del muro cortina de las aulas que provee adecuadas corrientes naturales de aire con ventilación continua y cruzada, es fundamental para generar confort en los habitantes del lugar; así mismo la correcta disposición de los cortasoles reduce la incidencia solar evitando el ingreso de calor, disminuyendo el uso de equipos de enfriamiento que son muy comunes en la ciudad de Pereira para solucionar el confort.

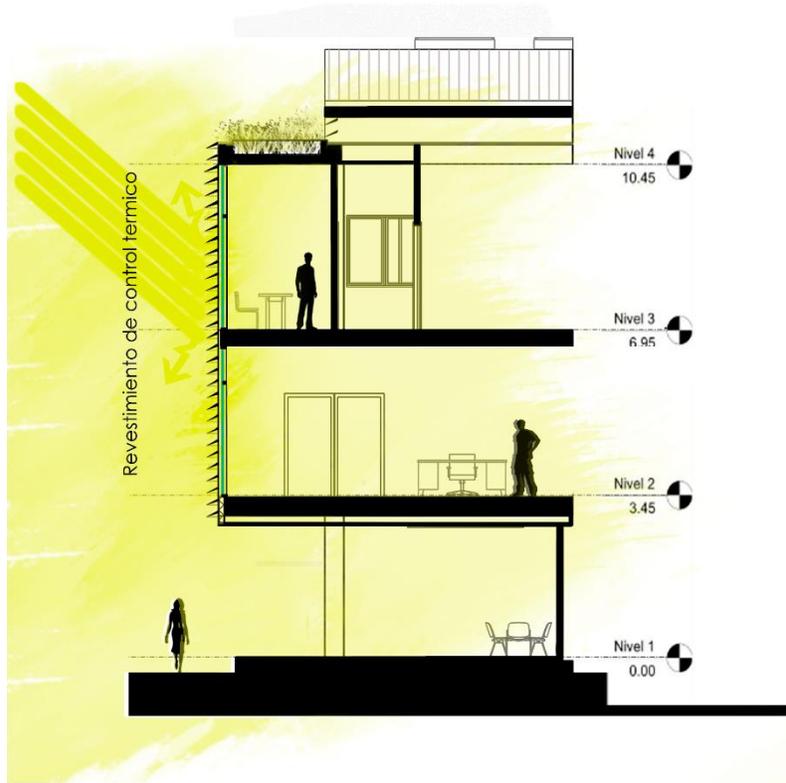
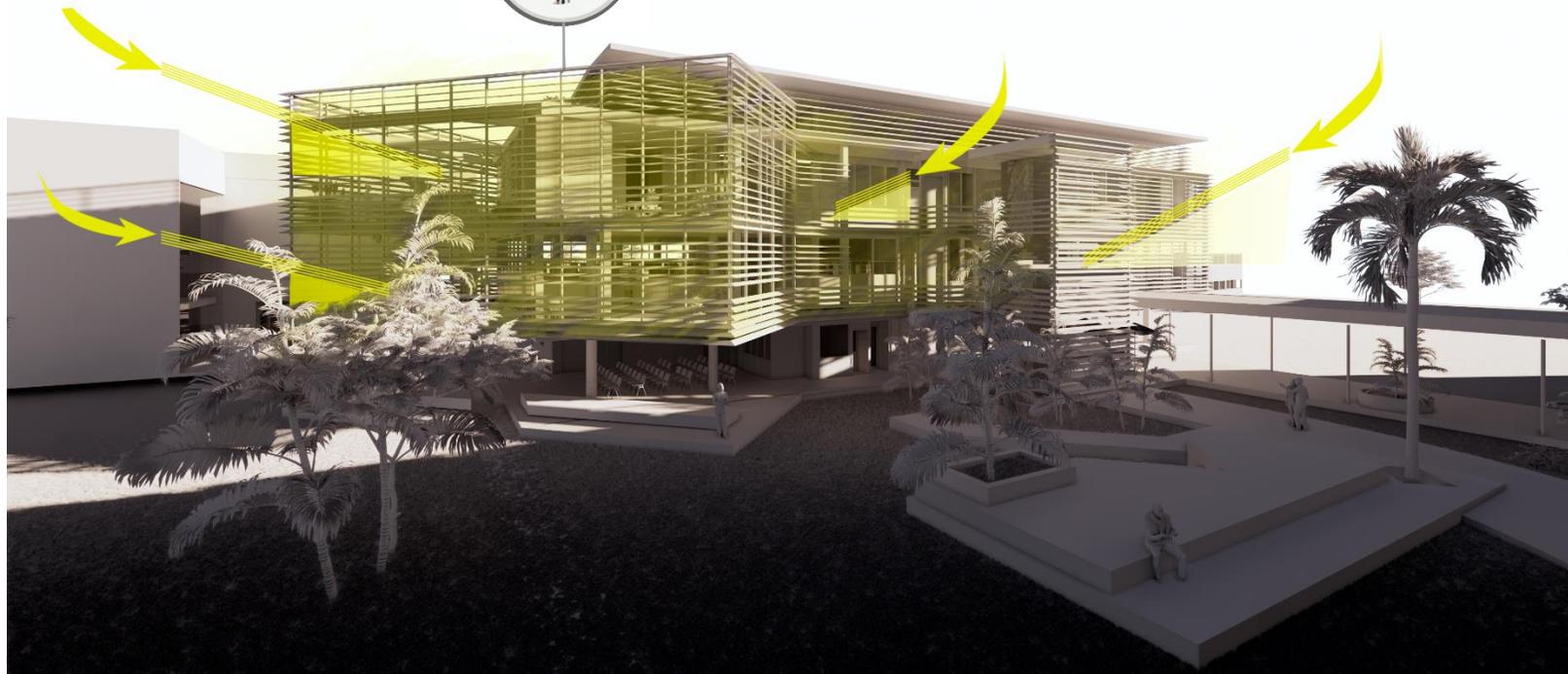


Figura 42: Gráfico Corte Fachada – Fuente elaboración propia

Figura 43: Gráfico Esquema Bioclimático- Reducción de radiación solar – Fuente elaboración propia



Revestimiento de control Térmico



Además de ser un elemento de regulación de temperatura y eficiente consumo energético, la disposición del revestimiento y la estructura de la fachada conforma una franja de transición entre el interior y el exterior; un área sombreada ajardinada como terraza que se proyectan hacia la zona verde.



Figura 44: Gráfico de espacio de transición, fuente elaboración propia

Por otro lado, para disminuir la temperatura generada por los equipos y las personas al interior del edificio, se invierte las pendientes de la cubierta con una diferencia de nivel que permita generar ventilación cruzada. Cuando la velocidad del viento hace presión sobre el aire que cruza por los vanos de la fachada superior, inevitablemente este aumenta su velocidad, y al aumentar la velocidad produce una succión del aire caliente existente en el interior, debido a la diferencia de presiones entre aire interior y exterior; conocido como Efecto Venturi.

Figura 45: Gráfico de Esquema Bioclimático – Ventilación Cruzada Efecto Venturi, fuente elaboración propia



Para reducir la demanda de electricidad al mínimo además de los elementos de diseño bioclimático propuestos inicialmente, se definió instalar luminaria tipo leed luz fría acorde a la tipología de la edificación y sensores de movimiento y vacancia en zonas comunes y de circulación que ayuden a garantizar que el sistema de iluminación funcione acorde al requerimiento evitando desperdicios de energía: estos son dispositivos eficientes de menor consumo el cual puede brindar un ahorro entre un 5% y 25% según Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (2015), el cual también reporta que iluminación artificial es responsable entre el 18% y el 25% del consumo total de la edificación.

Aprovechando las variables climáticas de la ubicación del proyecto, se propone instalar paneles fotovoltaicos en la cubierta del edificio con orientación hacia el norte y sur para generar energía alternativa, que será destinada a reemplazar parte del consumo de la electricidad del funcionamiento del edificio con energía renovable. La mayoría de los paneles tiene una eficiencia de entre un 14 % y un 16 % (Energysage s.f). Los paneles fotovoltaicos son un tipo de generación energía alternativa solar que captan la radiación solar, un inversor la convierten en electricidad de corriente alterna durante las horas del día. El inversor se conecta a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que al tablero eléctrico pasando a través de un contador de servicios que mide el consumo de energía y luego hacia una caja de suministro eléctrico para allí ser distribuida hacia la red eléctrica.

Figura 46: Gráfico esquema de instalación de paneles solares, Fuente elaboración propia

ANGULO	SUPERFICIE PANEL	POTENCIA	IRRADIANCIA	DEMANDA DE ENERGÍA	FORMULA	NECESIDAD DE PANELES	PORCENTAJE AHORRO
28.º ubicación cerca línea del ecuador	2 m2	400 W	1000 W/m2	105.556 KWh/año	$110.229,74/400=275$	275	100%



La instalación On-Grid funciona conectada a la red eléctrica y no utiliza tantos elementos en su sistema de funcionamiento. Se usa la energía de los paneles solares y las cargas extras se envían a la red para ser utilizada en su momento. Este sistema es más eficiente y tiene menor costo (CELSIA,s.f.).

Figura 47: Gráfico Vista nocturna de Edificio Aletehia, fuente elaboración propia



El último paso antes de que inicie la etapa de operación es instalar un medidor inteligente de energía del edificio para reducir el consumo e incrementar la vida útil de los equipos indicando la necesidad de mantenimiento preventivo o correctivo; usando las aplicaciones que pueda utilizarse de manera separada a los sistemas de control de incendios, control de acceso, circuito cerrado de televisión, subestaciones de energía, aire acondicionado e iluminación con el fin de tener una lectura acertada en tiempo real del impacto que se genera que aporte a la toma de decisiones para controlar la demanda

Eficiencia en Gestión de Agua

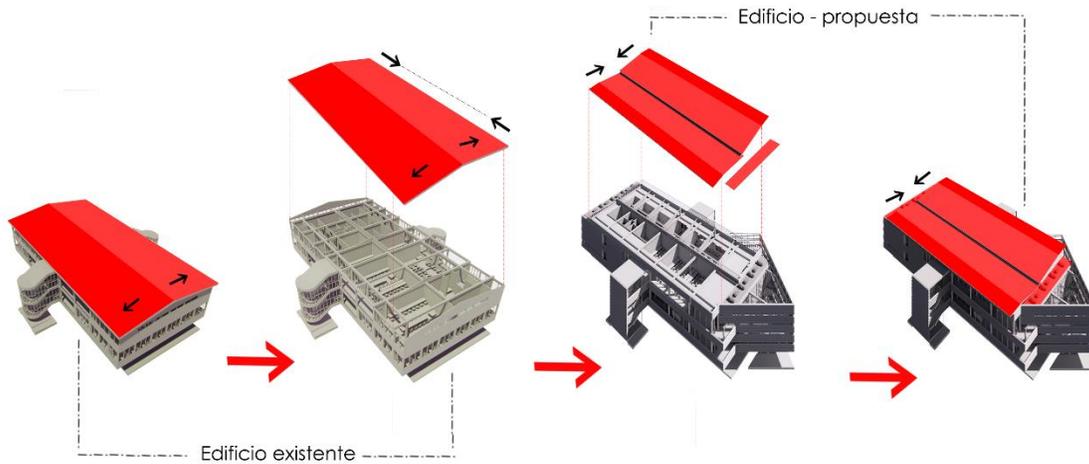


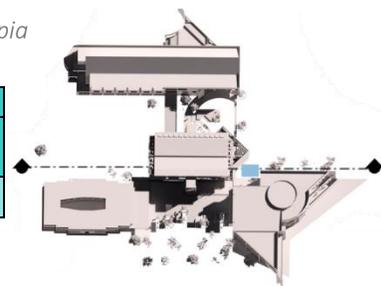
Figura 48: Gráfico proceso de diseño de adecuación de cubierta, Fuente elaboración propia

En el edificio se usan grandes cantidades de agua en el mantenimiento y operación, se propone en el diseño modificar la pendiente de la cubierta para lograr recolectar la mayor cantidad de agua lluvia, conduciendo hacia un tanque de reserva ubicado en el occidente del proyecto, donde posteriormente será utilizada en jardines y servicios sanitarios.

Es necesario saber la cantidad de agua que se consume para poder controlar la eficiencia del sistema hidrosanitario, se instalará medidores de agua potable y lluvia, estos deben ser verificados diariamente y poder realizar un comparativo mes a mes. También como estrategia para reducir el uso de agua potable se instalará una PTAR para sistema de circulación de aguas grises, lavamanos automáticos, cabezales de grifos para baños y cocinas ahorradores, lavavajillas ahorradoras, orinales ecológicos sin agua y sanitarios de bajo consumo.

Figura 49: Gráfico esquema bioclimático de recolección de aguas lluvias, Fuente elaboración propia

CÁLCULO CAPACIDAD DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS				
PRECIPITACIÓN (mm/año)	ÁREA ZONA DE CAPTACIÓN	CAPTACIÓN TOTAL POSIBLE M3/AÑO	LITROS/AÑO	PORCENTAJE AHORRO
2500	801.994	2004.9	2004985	20%

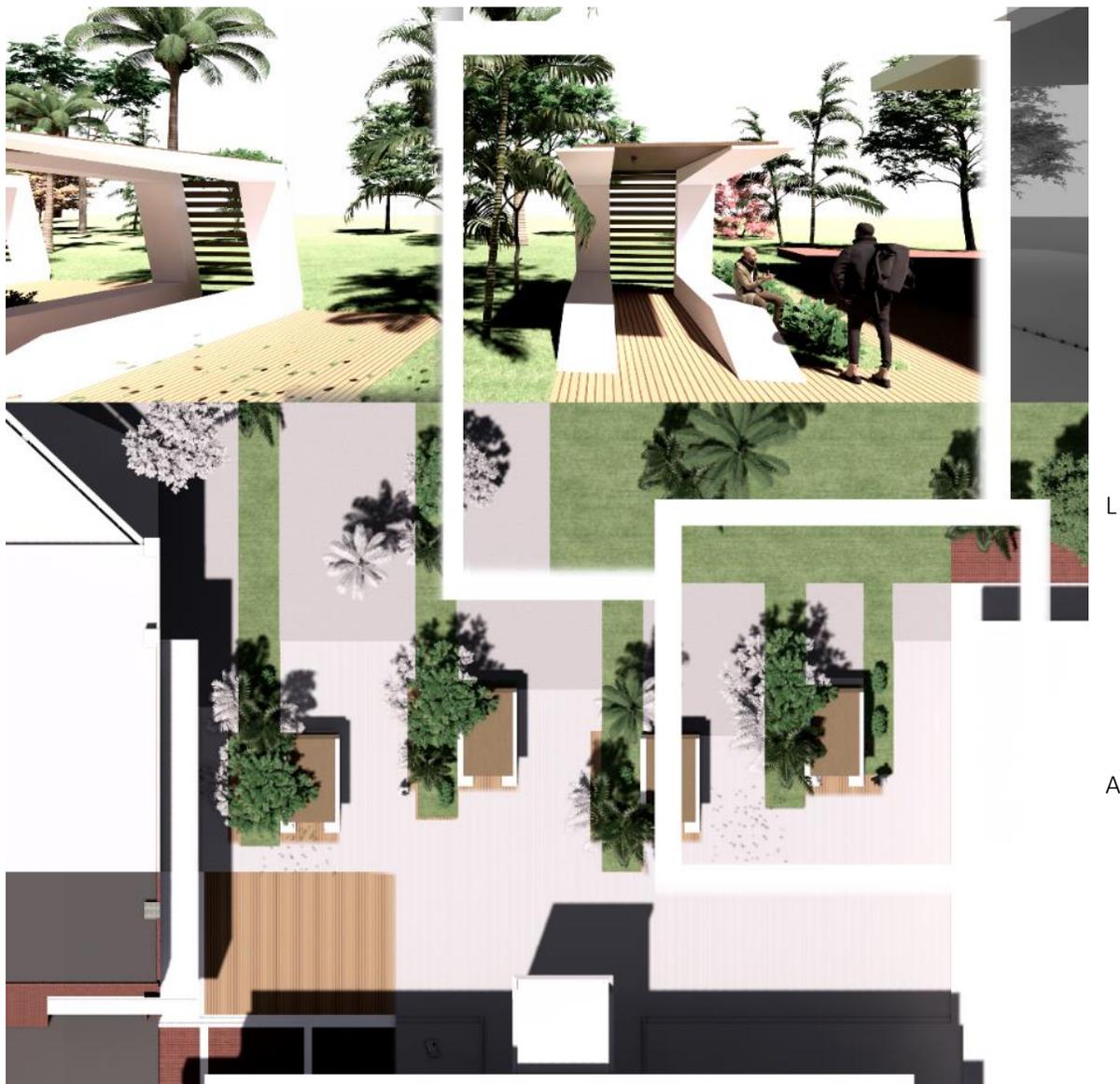


Propuesta Bioclimática de Plazoletas

La Plazoleta 14 de febrero es una superficie impermeable que genera efecto isla calor, se encuentra adyacente a una zona verde importante para la Universidad Católica de Pereira que se encuentra desaprovechada para la habitabilidad del espacio abierto.

Teniendo en cuenta lo anterior con el fin de generar actividades culturales, permanecer y descansar se implementan el diseño de paisajismo que suavice la arquitectura para ampliar el grado de permeabilidad de manera que visualmente la zona verde ingrese en la plazoleta implantando mobiliario urbano y fitotectura de árboles de mediana altura que generen sombra e inyecten aire enfriado naturalmente, arbustos y adoquines en el que sobresalga césped en el perímetro de la plazoleta que regulen la humedad, filtración, absorción y eviten escorrentía y arrastre.

Figura 50: Gráfico de la Adecuación de la Plazoleta 14 de febrero, Fuente elaboración propia



Actualmente entre el Bloque Kabai y el Bloque de la Biblioteca se encuentra una plataforma que es usado como permanencia en las épocas de frío, debido a que en verano la radiación solar llega directamente sin obstrucciones.

En el Proyecto de Adecuación del Edificio Aletehia se pretende conservar y mejorar esta actividad, generando una zona dura adicional en el piso 1 con el mismo eje de rotación a 45° que tiene el revestimiento de la fachada para que este lo proteja en la parte superior, y así al seguir los ejes compositivos entre la biblioteca con el bloque cabal hacer una transición donde se integre a través de la materialidad con la plataforma existente.

Figura 51: Gráfico vista nocturna zonas duras del proyecto, Fuente elaboración propia

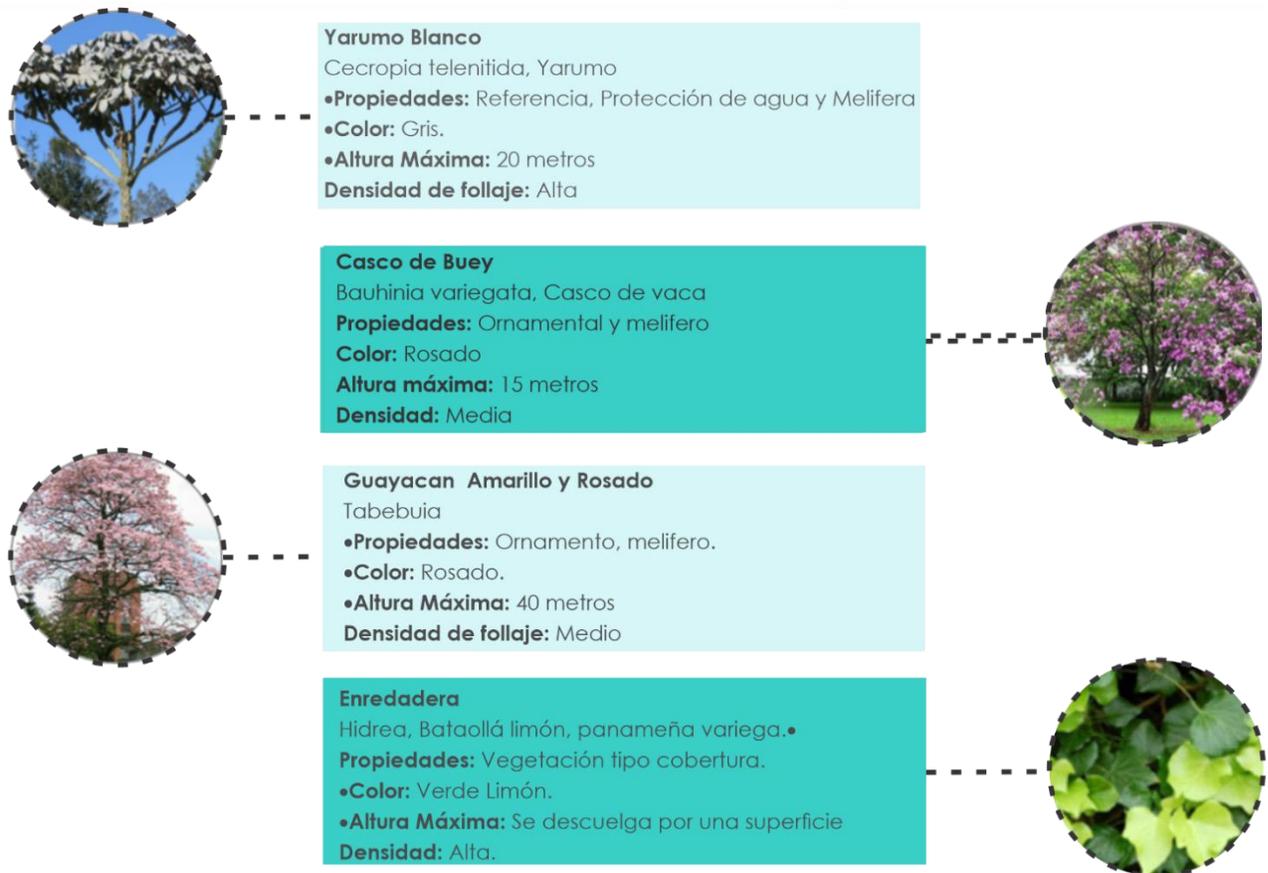


La fitotectura plantada en el proyecto será la nativa al ser de mayor resistencia y con gran capacidad de adaptación, especies que los usuarios pueden encontrar en su cotidianidad, así se ahorra agua porque necesitan baja cantidad adicional a la recibida en las lluvias y químicos en las actividades de mantenimiento garantizando la protección de la fauna y la flora circundante.



Figura 52: Gráfico fitotectura del Proyecto en la plataforma, Fuente elaboración propia

Figura 53: Fitotectura del Proyecto, Fuente de elaboración propia



Para lograr mayor ahorro de agua en la operación del proyecto se requiere ejecutar un Plan de Manejo de Jardines, el cual se enfoque en minimizar el uso de fertilizantes y pesticidas, evite la erosión y la cantidad de agua; en este último punto como estrategia se instalará un sistema de riego automatizado de goteo en una zona específica donde se encuentre agrupada la vegetación para hacerlo eficiente. (United States Environmental Protection Agency s.f.) “hasta el 50 % del agua con el que se riegan céspedes y jardines no es absorbido por las plantas. Se pierde por evaporación, por escorrentía o porque, al ser aplicada demasiado rápido o en un volumen que excede la necesidad de las plantas, penetra la tierra más allá de la zona de la raíz”.

Figura 54: Gráfico de Cobertura vegetal en el Edificio Aletehia, Fuente: elaboración propia



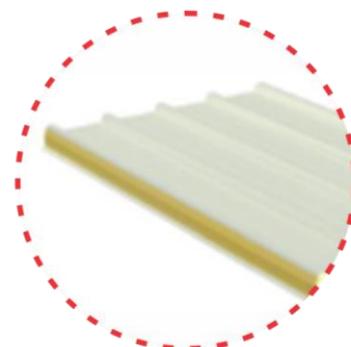
Eficiencia en Gestión de Materiales

En el proceso constructivo sostenible del Edificio Aletehia los criterios de sostenibilidad a tener en cuenta son: usar materias primas más sostenibles, cambios en la fabricación y montaje a través del diseño modular implementando modelos de LEAN CONSTRUCCIÓN, Plan de manejo de RCD en el desmonte de material preexistente, por último, en la etapa de operación plan de manejo del lugar que integre Plan de Manejo de fachadas, zonas duras, jardines, erosión y control de plagas.

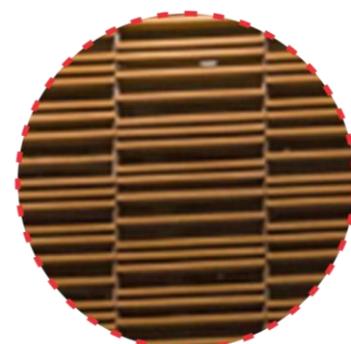
El edificio Aletehia presenta altos grados de temperatura siendo su principal problemática, con el fin de disminuir la temperatura e ingreso de ventilación al interior en la etapa de diseño se decidió que los materiales para la construcción del revestimiento debían ser aquellos que tuvieran características de desempeño técnico que proporcionaran adecuado control térmico, con calidades estéticas de tonos y texturas para mitigar la refracción lumínica.

Cubierta tipo King Roof – KingsPan: Son láminas con recubrimiento de pintura tipo poliéster y pretratamiento para mejor adherencia del poliuretano, contiene un aislamiento ecológico industrializado en Polisocianurato PIRsafe rígido de alta densidad, con un índice de Reflectancia Solar SRI 78. (Ral 9002).

Fachada: Se propuso en el diseño utilizar Paneles Corredizos + Revestimiento NBK Hunter Douglas el cual contiene cortasoles lineales tipo Baguette, un material natural que provee calidez, durabilidad y flexibilidad en el diseño, una fachada ventilada que permite una regulación del aire entre el interior y el exterior. También en la parte interna de la fachada se requiere instalar un vidrio de control solar referencia Vitelsa, para que controle la pérdida de transferencia de temperatura entre exterior e interior; rechaza el calor del exterior desde un 25% hasta en un 70%, reduce los rayos UV en 99%; en cuanto a confort visual permite iluminación natural abundante sin que esto implique exposición directa al sol que genere deslumbramiento.



D1. Cubierta tipo King Roof – KingsPan



D2. Cortasoles lineales Hunter Douglas NBK



D3. Vidrio de Control Solar Vitelsa.

Figura 55: Gráfico Materiales,

Fuente elaboración propia

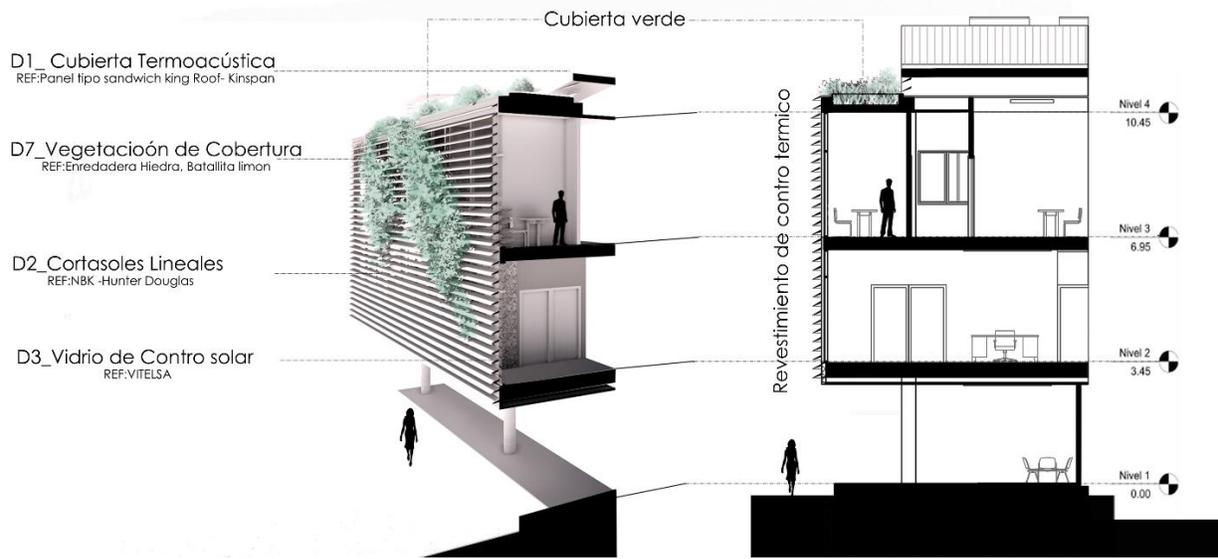


Figura 56: Gráfico Corte Fachada – Edificio Aletehia, Fuente elaboración propia

En el mayor espacio de la plazoleta se propone instalar el Sistema de Piso Indural tipo deck en concreto (145*1000) mm el cual disminuye el reflejo de iluminación y contiene material RCD. En las estancias propuestas en el diseño de la plazoleta se propone utilizar el material Deck Tarima en piso, pérgola y mobiliario; este material es laminas en deck elaboradas con tiras de en Moso Bamboo X-treme comprimido, el cual brinda estabilidad, durabilidad y bajo mantenimiento.

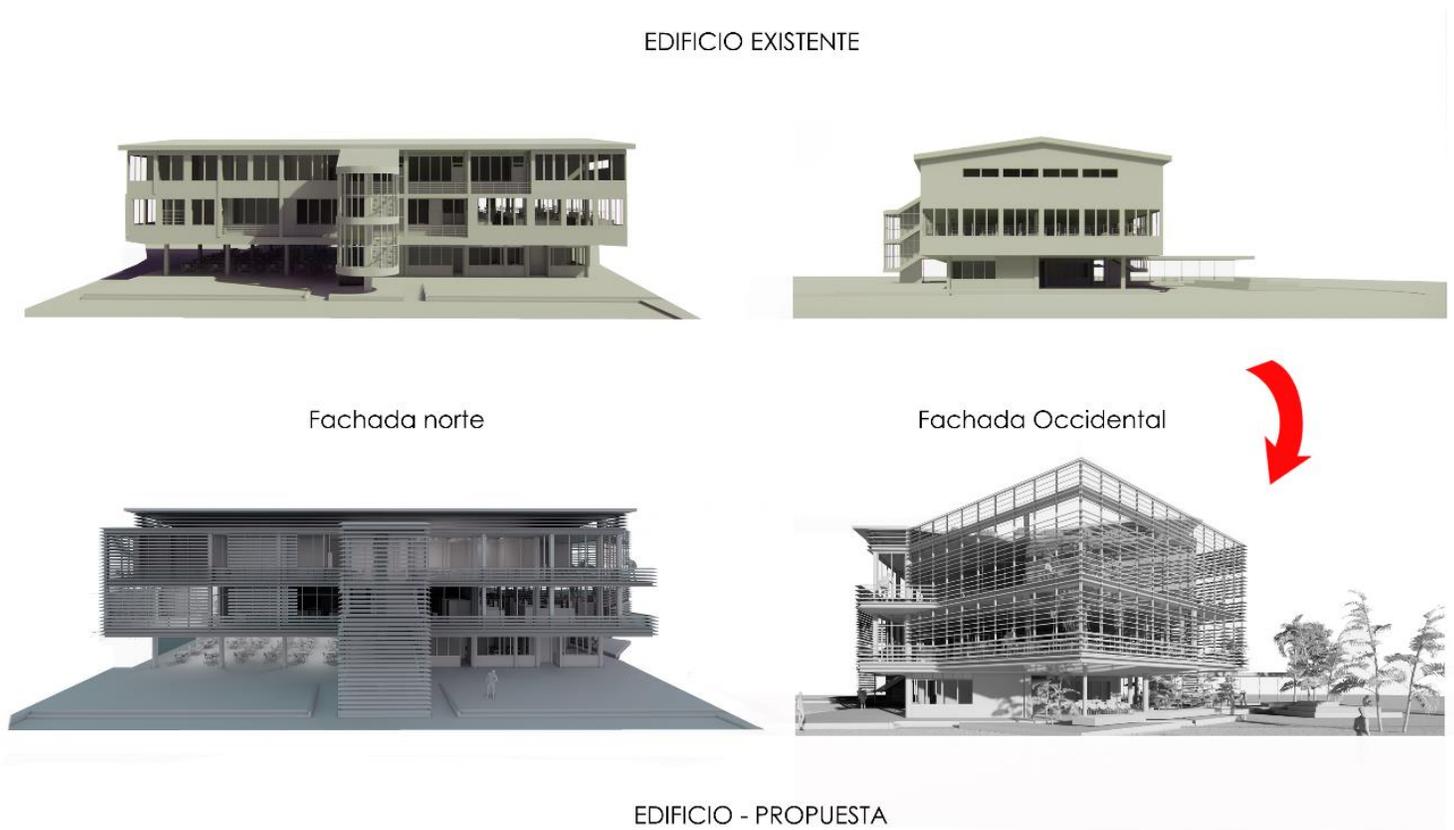


Figura 57: Materiales Plazoleta 14 de febrero, , Fuente elaboración propia

Al diseñar de manera sostenible el revestimiento de control térmico de la fachada guiados por la Filosofía LEAN fue pensado aplicar el concepto de coordinación dimensional y/o modular basado en un rango de medidas relacionadas para el dimensionamiento de componentes y ensambles, y de la edificación que los incorpora (Building and Construction Authority, 2000; CIB & The International Modular Group, 1984) agrupándolos en un módulo como unidad de medida básica y replicándolo las veces requeridas.

En el mercado los Cortasoles lineales hunter Douglas NBK se encuentran desde piezas especiales hasta el módulo de cortasoles, en el Edificio Aletehia se pretende adquirir este producto como módulos de placas de terracota cerámica de gran formato, con el fin de tener costo eficiencia con mayor practicidad y reducción de desperdicios en tiempo y material en el ciclo de la vida útil de la fachada ventilada, al seguir un procedimiento repetitivo desde el momento de la elaboración de estudios y diseños, montaje, operación con el reemplazo de las piezas que lo requieran hasta el posible desmantelamiento permitiendo el reúso de muchos de estos componentes; así mismo “la aplicación y logro sistemático de esta técnica [...] garantiza una etapa de construcción y montaje óptima, rápida y económica de elementos de diferente procedencia, función y características”(ICONTEC, 1981).

Figura 58: Gráfico Diseño Modular – Fachada Edificio Aletehia, fuente elaboración propia



En la etapa de construcción se debe contar con Plan de Manejo de Residuos de Construcción enfocado en la recolección del material adoquín cerámico color terracota preexistente de la plazoleta, el cual puede ser reutilizado en elementos prefabricados o adoquín (limpio de mortero). La recolección debe ser con una técnica cuidadosa que proteja al material de tal forma que pueda reusarse.

En la etapa de operación elaborar un Plan de Manejo del Lugar que estandarice las metodologías de mantenimiento y aseo de fachadas, zonas duras,

8 PRESENTACIÓN SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN



Relevancia Contexto Colombiano. Debido a que CASA COLOMBIA es un sistema de certificación desarrollado para el contexto colombiano, todos sus criterios de evaluación son relevantes para el contexto colombiano. Desde el 2017 ha venido evolucionando con participación del sector constructor, expertos, comunidad interesada. Incluye las dos categorías de Viviendas que se desarrollan en el país: VIS (vivienda de Interés Social) y no VIS, lo que lo hace un sistema incluyente y adaptado a la realidad nacional, incorpora dentro de sus lineamientos toda la normativa de cumplimiento obligatorio y opcional de Colombia. Y por último cuenta con dos criterios de evaluación que incluyen a las personas (*Bienestar*: de los residentes y la comunidad circundante) y la *Responsabilidad social* (trabajadores de la construcción y capacitación de residentes).

Aunque es un sistema de certificación enfocado en la vivienda, al haber sido desarrollado para el contexto nacional colombiano se considera una muy buena herramienta para evaluar el alcance en sostenibilidad del Bloque Aletehia y su entorno.

En la página web tienen disponible dos herramientas de carácter orientativo para evaluar los alcances del proyecto en el marco de la certificación CASA: Diagnóstico esquemático (evaluación preliminar y recomendaciones de lineamientos a revisar) y el Diagnóstico detallado (revisar el nivel de certificación que se podría alcanzar, requiere datos más precisos del proyecto: áreas, especificaciones de materiales, consumos de energía y agua)

Diagnóstico detallado CASA Colombia

Tabla 6: Reporte final diagnóstico Casa Colombia-Bloque Aletehia y entorno. (Categoría No Vis)

Reporte DIAGNÓSTICO DETALLADO CASA Colombia				
ID Categoría	ID lineamiento	Categoría	Condición	Puntos
PID		Proceso Integrativo de Diseño	Opcional	2
SE		Sostenibilidad en el Entorno		13
	SE1	Manejo de la Escorrentía	Obligatorio	0
	SE2	Gestión avanzada de la escorrentía	Opcional	1
	SE3	Selección adecuada del terreno	Opcional	1
	SE4	Ubicación cercana a zonas desarrolladas	Opcional	2
	SE5	Desarrollo integrado (usos mixtos)	Opcional	4
	SE6	Reducción del efecto isla de calor	Opcional	3
	SE7	Acceso a espacio abierto	Opcional	2
SO		Sostenibilidad en Obra		4
	SO1	Gestión integral de los impactos negativos de la construcción	Obligatorio	0
	SO2	Plan de manejo de residuos de construcción y demolición	Obligatorio	0
	SO3	Gestión avanzada de residuos de construcción y demolición	Opcional	2
	SO4	Gestión de la calidad del aire durante la construcción	Opcional	2
ER		Eficiencia en recursos		2
	ER1	Comisionamiento de sistemas que consumen energía y agua	Opcional	2
EA		Eficiencia en agua		10
	EA1	Uso eficiente del agua en interiores	Obligatorio	0
	EA2	Reducción del consumo de agua potable	Opcional	5
	EA3	Medición del consumo de agua	Obligatorio	0
	EA4	Facilidades en la operación del sistema hidráulico	Opcional	1
	EA5	Diseño del paisaje	Opcional	1
	EA6	Uso eficiente del agua en el paisajismo	Opcional	3
EE		Eficiencia en energía		22
	EE1	Calidad de las instalaciones eléctricas de baja tensión	Obligatorio	0
	EE2	Uso eficiente de la energía	Obligatorio	0
	EE3	Estrategias de eficiencia energética	Opcional	17
	EE4	Generación de electricidad mediante fuentes no convencionales	Opcional	5
	EE5	Medición de fuentes de energía	Obligatorio	0
	EE6	Verificación de consumos energéticos	Opcional	0

EM		Eficiencia en materiales	6	
EM1		<i>Plan de manejo de residuos durante la operación del proyecto</i>	Obligatorio	0
EM2		<i>Gestión avanzada de residuos durante la operación</i>	Opcional	2
EM3		<i>Priorización de productos con atributos múltiples de sostenibilidad</i>	Opcional	1
EM4		<i>Origen regional de los productos y materiales</i>	Opcional	1
EM5		<i>Especificación de productos y materiales de bajo impacto ambiental</i>	Opcional	2
B		Bienestar	12	
B1		<i>Calidad mínima del aire interior</i>	Obligatorio	0
B2		<i>Estrategias de mejora de calidad del aire</i>	Opcional	4
B3		<i>Confort térmico en interiores</i>	Obligatorio	0
B4		<i>Estrategias de mejora del confort térmico</i>	Opcional	4
B5		<i>Control de humo de cigarrillo</i>	Obligatorio	0
B6		<i>Espacios aptos para fumadores</i>	Opcional	2
B7		<i>Generación de espacios para la actividad física</i>	Opcional	2
RS		Responsabilidad Social	6	
RS1		<i>Condiciones laborales mínimas</i>	Obligatorio	0
RS2		<i>Responsabilidad social durante el proceso constructivo</i>	Opcional	4
RS3		<i>Educación a los residentes</i>	Obligatorio	0
RS4		<i>Responsabilidad social con los futuros residentes</i>	Opcional	2
TOTAL PUNTOS			77	

Fuente: Elaboración propia con datos de web <https://casa.cccs.org.co/diagnostico-detallado-no-vis/>

Con los **77** puntos alcanzados en esta evaluación en línea de la herramienta CASA Colombia 2.0 se logra un Nivel de Certificación **EXCELENTE** (4 estrellas).



Relevancia Contexto Colombiano. Esta certificación se enfoca en el Ahorro en energía, agua y materiales. Tres aspectos muy importantes y de fácil implementación en la eficiencia energética. Por esto y por la herramienta en línea de fácil acceso ha tenido gran demanda en Colombia, ya que es un sistema sencillo y accesible que permite demostrar con porcentajes la eficiencia o sostenibilidad de un edificio.

Figura 58: Gráficas de Ahorro Recursos Evaluación EDGE v3.0.0



Fuente: Elaboración propia con datos de web <https://edgebuildings.com/certify/colombia/?lang=es>

Tabla 7: Matriz Comparativa -Bloque Aletehia y entorno.

ITEM	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	EDGE	
		CUMPLE	NO CUMPLE
1	Energía- Proporción de vidrio respecto a la pared 50%	X	
2	Techo reflectante		X
3	Paredes exteriores reflectantes		X
4	Dispositivos de protección solar externos	X	
5	Aislamiento del techo	X	
6	Aislamiento del suelo		X
7	Techo verde	X	
8	Aislamiento de paredes exteriores		X
9	Eficiencia del vidrio	X	
10	Infiltración de aire de la envolvente del edificio	X	
11	Ventilación Natural	X	
12	Ventiladores de techo		X
13	Sistema de preacondicionamiento de aire fresco	X	
14	Domestic Hot Water System		X
15	Sistema de precalentamiento de agua sanitaria		X
16	Iluminación eficiente para áreas internas	X	
17	Iluminación eficiente para áreas externas	X	
18	Controles de iluminación Tipo de control de iluminación	X	
19	Claraboyas	X	
20	Ventilación con control de demanda para estacionamiento mediante sensores de CO ₂		X
21	Submeters for Heating and/or Cooling Systems	X	
22	Medidores inteligentes de energía	X	
23	Correcciones del factor de potencia	X	
24	Onsite Renewable Energy: 25% of Annual Energy Use	X	
25	Otras medidas de ahorro de energía	X	
26	Adquisición de energía renovable externa: 100 % de CO ₂ operacional anual	X	
27	Compensaciones de las emisiones de carbono: 100 % de CO ₂ operacional anual		X
28	Refrigerantes de bajo impacto		X
29	Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min	X	
30	Grifos eficientes que ahorran agua para baños privados: 2 L/min	X	
31	Grifos eficientes que ahorran agua para baños públicos: 2 L/min	X	
32	Efficient Water Closets for All Bathrooms:	X	
33	Efficient Water Closets for Public Bathrooms:		X
34	Bidé eficiente que ahorra agua: 2 L/min	X	
35	Orinales eficientes que ahorran agua: 2 L/descarga	X	
36	Grifos de cocina que ahorran agua: 8 L/min	X	
37	Lavavajillas que ahorran agua: 2 L/Rack	X	
38	Válvulas de preenjuague de cocina que ahorran agua: 2 L/min		X
39	Cobertores de piscina: 30 % de superficie cubierta		X
40	Sistema de riego de jardines que ahorra agua: 4 L/m ² /día	X	
41	Sistema de recolección de agua de lluvia: 50 % de superficie del techo utilizada para recolección	X	
42	Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas residuales: 100 % tratada	X	
43	Medidores inteligentes de agua	X	
44	Construcción de planta baja		X
45	Construcción del entrepiso		X
46	Acabado de piso		X
47	Construcción del techo	X	
48	Paredes externas		X
49	Paredes internas		X
50	Marcos de ventana		X
51	Vidrios de ventana	X	
52	Aislamiento de techo	X	
53	Aislamiento de paredes		X
54	Aislamiento de piso		X

Fuente: Elaboración propia con datos <https://edgebuildings.com/certify/colombia/?lang=es>

Con las medidas de eficiencia en recursos implementadas en la herramienta en línea de EDGE v3.0.0.0 se logra un ahorro en energía 74.20% | agua 69.20% | materiales -26.17%. Se alcanza Nivel de Certificación EDGE ADVANCE



Relevancia Contexto Colombiano. LEED fue el primer sistema de certificación que se adoptó en Colombia desde 2008. Es un sistema de certificación integral, los 9 criterios que evalúa son muy relevantes y aplicables en el contexto colombiano. El proceso integrativo es uno de los más importantes ya que garantiza que en etapas tempranas se puedan analizar las mejores estrategias y las más costo-eficientes.

Figura 59: Reporte final diagnóstico Casa Colombia-Bloque Aletehia y entorno. (Categoría No Vis)

LEED v4.1 BD+C Project Checklist		Project Name:	Aletehia bloque UCP
		Date:	19/04/2022
Y	Integrative Process	81	
13	2	2	16
Location and Transportation			
1	LEED para Ubicación de Vecindarios	1	
1	Sensitive Land Protection	1	
2	High Priority Site and Equitable Development	2	
5	Surrounding Density and Diverse Uses	5	
5	Access to Quality Transit	5	
1	Bicycle Facilities	1	
1	Reduced Parking Footprint	1	
1	Electric Vehicles	1	
10	0	0	10
Sustainable Sites			
1	Construction Activity Pollution Prevention	Required	
1	Site Assessment	1	
2	Protect or Restore Habitat	2	
1	Open Space	1	
3	Rainwater Management	3	
2	Heat Island Reduction	2	
1	Light Pollution Reduction	1	
8	0	3	11
Water Efficiency			
Y	Outdoor Water Use Reduction	Required	
Y	Indoor Water Use Reduction	Required	
Y	Building-Level Water Metering	Required	
2	Outdoor Water Use Reduction	2	
6	Indoor Water Use Reduction	6	
2	Optimize Process Water Use	2	
1	Water Metering	1	
29	0	3	33
Energy and Atmosphere			
Y	Fundamental Commissioning and Verification	Required	
Y	Minimum Energy Performance	Required	
Y	Building-Level Energy Metering	Required	
Y	Fundamental Refrigerant Management	Required	
6	Enhanced Commissioning	6	
18	Optimize Energy Performance	18	
1	Advanced Energy Metering	1	
1	Grid Harmonization	2	
5	Renewable Energy	5	
1	Enhanced Refrigerant Management	1	
9	0	4	13
Materials and Resources			
Y	Storage and Collection of Recyclables	Required	
5	Building Life-Cycle Impact Reduction	5	
2	Environmental Product Declarations	2	
2	Sourcing of Raw Materials	2	
2	Material Ingredients	2	
2	Construction and Demolition Waste Management	2	
12	0	4	16
Indoor Environmental Quality			
Y	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required	
Y	Environmental Tobacco Smoke Control	Required	
2	Enhanced Indoor Air Quality Strategies	2	
3	Low-Emitting Materials	3	
1	Construction Indoor Air Quality Management Plan	1	
2	Indoor Air Quality Assessment	2	
1	Thermal Comfort	1	
2	Interior Lighting	2	
3	Daylight	3	
1	Quality Views	1	
1	Acoustic Performance	1	
0	0	0	6
Innovation			
X	Innovation	5	
X	LEED Accredited Professional	1	
0	0	0	4
Regional Priority			
	Regional Priority: Specific Credit	1	
	Regional Priority: Specific Credit	1	
	Regional Priority: Specific Credit	1	
	Regional Priority: Specific Credit	1	
81	2	16	190
TOTALS			Possible Points: 190
Certified: 40 to 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 79 points, Platinum: 80 to 110			

Fuente: Elaboración propia

Con los **81** puntos alcanzados en esta evaluación LEED V4.1 BD+C se logra un Nivel de Certificación PLATINUM

9 EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla 8: Matriz Comparativa -Bloque Aletehia y entorno.

Matriz Comparativa sistemas de Certificación			
Criterios de Evaluación o de Sostenibilidad	CASA 2.0	LEED v4	EDGE
Proceso Integrativo de Diseño	2	0	
Localización y Transporte		13	
Sostenibilidad en el Entorno	13	10	
Sostenibilidad en Obra	4		
Eficiencia en recursos (comissioning)	2		
Eficiencia en agua	10	8	
Eficiencia en energía	22	29	
Eficiencia en materiales	6	9	
Bienestar	12		
Responsabilidad Social	6		
Calidad Ambiente Interior		12	
Prioridad regional		0	
Innovación		0	
Categorías de Puntos			
Edificación Nueva			
Edificación usada			
Todas las tipologías			
Vivienda			
TOTAL PUNTOS	77	81	0
Nivel de Certificación	EXCELENTE	PLATINUM	ADVANCE

	No aplica
	Aplica
	Aplica Parcialmente

Fuente: Elaboración propia con datos de criterios de Evaluación sistemas de Certificación CASA 2.0, LEED V4, EDGE, CONPES 3919 y Estado de la Construcción Sostenible, CCCS

10 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 2012. El propósito era crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta nuestro mundo. Se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030.

Los 17 ODS están integrados, ya que reconocen que las intervenciones en un área afectarán los resultados de otras y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad medio ambiental, económica y social. Tomado de la web <https://www.undp.org/> del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo)

Partiendo de las premisas que la Universidad Católica de Pereira como institución en crecimiento y apuntando a un desarrollo planificado y organizado encamina sus intervenciones en el marco de los ODS con el fin de alcanzar un mejoramiento sostenible e integral y que la construcción y adaptación de infraestructura está estrechamente enlazada con la comunidad, sus necesidades y sus potencialidades, se identifican cuáles de los ODS y específicamente cuales metas se impactaran de forma positiva con la rehabilitación y adaptación del Bloque Aletehia y su entorno exterior conexo.

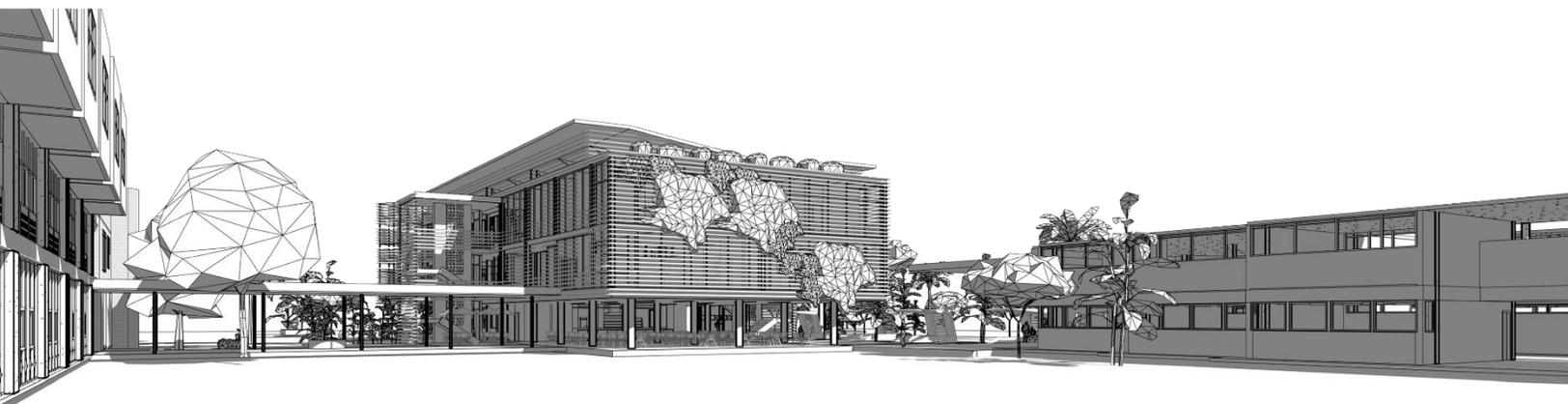


Tabla 8. Matriz de Objetivos de Desarrollo Sostenible

NÚMERO	OBJETIVO	META
	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	<p>3.4 Para 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante la prevención y el tratamiento y promover la salud mental y el bienestar</p> <p>3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo</p>
	Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	<p>6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial</p> <p>6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua</p> <p>6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos</p> <p>6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización</p> <p>6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento</p>
	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna	<p>7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética</p> <p>7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias</p>

NÚMERO	OBJETIVO	META
	<p>Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación</p>	<p>9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos</p>
	<p>Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles</p>	<p>11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países</p> <p>11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo</p> <p>11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad</p>
	<p>Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad</p>	<p>15.9 Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad nacionales y locales</p>

Fuente: Elaboración propia con datos <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

11 CONCLUSIONES

Es fundamental el análisis de las determinantes del clima del lugar en el que se implanta el edificio, no sólo el de la ciudad, sino el microclima generado por determinantes propias del entorno inmediato que impactan de forma positiva o negativa el edificio y su capacidad de brindar bienestar interior (confort y eficiencia energética). En el Bloque Aletehia las condiciones del propias del lugar hacen que la humedad se intensifique, la densa vegetación produce más humedad por proceso de evotranspiración y los pocos vientos de baja velocidad, por lo tanto, la humedad no se disipa, se concentra, la sensación térmica es mayor.

De acuerdo al análisis de la implantación (Diagnóstico bajo principios de diseño bioclimático y sostenible) se proyecta construir un revestimiento de control térmico en la fachada del edificio para reducir el impacto de la radiación solar, así mismo se invirtieron las pendientes de la cubierta de manera que se genere una dilatación en el centro que dé lugar a ventilación cruzada por efecto Venturi para renovación del aire y reducir la sensación de calor dentro del edificio. La envolvente del edificio (fachada, cubierta, ventanas y puertas) es un sistema del edificio que en ocasiones no es aprovechado para mejorar el confort cuando en el diseño se le da prelación a lo estético sobre lo funcional y sobre las condiciones de habitabilidad.

El diseño bioclimático en el exterior es de vital importancia para aportar al logro del objetivo de las condiciones de confort y eficiencia que se buscan al interior. En el Bloque Aletehia y su entorno exterior conexo se propuso el diseño de paisajismo exterior por medio de fitotectura de árboles nativos de mediana altura que generen sombra y proporcionen aire enfriado naturalmente, jardines exteriores con vegetación tropical nativa. La fitotectura además de aportar al confort y a la eficiencia energética cumple una función de purificación y mejoramiento de la calidad del aire por medio de la captación de CO₂, captación de polvo y generación de O₂.

Es importante tomar como referentes desde la etapa de planificación y diseño los sistemas de certificación sostenible que hay disponibles, los cuales aportan diferentes enfoques de sostenibilidad. En el caso del Bloque Aletehia y su entorno se tomaron como referentes los tres sistemas de certificación de mayor demanda en Colombia: LEED, CASA Colombia y EDGE Building, los cuales aportaron parámetros en

la etapa de diseño y sirvieron como método de verificación del desempeño alcanzado por medio de la propuesta de intervención proyectual y de eficiencia en recursos, alcanzando un alto nivel de Certificación en cada caso: PLATINUM, EXCELENTE y EDGE ADVANCE, respectivamente.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Duplat, G. (2017). *Principios Básicos de Arquitectura Bioclimática*. Bogotá: Academia Colombiana de Arquitectura y Diseño.

Garzón, B. (2015). *Arquitectura Bioclimática*. Bogotá: Nobuko S.A.

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2015). *Anexo Técnico: Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. Bogotá.

ICONTEC. (1981). La NTC 45. Ingeniería civil y Arquitectura. *Coordinación modular de la construcción. Bases, definiciones y condiciones generales*. Bogotá.

Área Metropolitana del Valle de Aburra; Universidad Pontificia Bolivariana (2015) *Caracterización del lugar como base de la Construcción Sostenible, Guía 1*. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburra; Universidad Pontificia Bolivariana (2015) *Guía para la inclusión de criterios de sostenibilidad en el diseño de espacios abiertos, Guía 3*. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburra; Universidad Pontificia Bolivariana (2015) *Guía para el diseño de edificaciones sostenible, Guía 4*. Medellín.

Webgrafía

<https://litteramedia.wordpress.com/2012/12/14/bioclimatic-architecture/>

<https://casa.cccs.org.co/>

<https://www.mchmaster.com/es/noticias/arquitectura-vernacula-de-la-vivienda/>

CELSIA (s.f.). Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia. CELSIA.
<https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>

Energysage (s.f.) Most efficient solar panels: solar panel cell efficiency explained. Energysage.
<https://news.energysage.com/what-are-the-most-efficient-solar-panels-on-the-market/>.

Building and Construction Authority. (2000). Modular Coordination. Singapore. Building and Construction Authority http://www.bca.gov.sg/Publications/BuildabilitySeries/buildability_series_publications.html#mcc

CIB, & The International Modular Group. (1984). The Principles of Modular Co-ordination in Buildings. CIB, & The International Modular Group. <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB14487.pdf>

United States Environmental Protection Agency. (s.f.) Water efficient landscaping. United States Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov/WaterSense/docs/water-efficient_landscaping_508.pdf.

Naciones Unidas (s.f.) Objetivos de Desarrollo Sostenible (s.f.) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

13 LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

<i>Figura 1</i> Concepto de Arquitectura bioclimática	7
<i>Figura 2</i> Parámetros Principales de diseño Bioclimático	9
<i>Figura 3</i> Arquitectura Vernácula, Viviendas Musgum-Camerún.	10
<i>Figura 4</i> Principios del Desarrollo Sostenible	11
<i>Figura 5</i> Principios, estrategias y métodos del Diseño Sostenible.	13
<i>Figura 6</i> Concepto Edificio Sostenible	14
<i>Figura 7</i> Certificaciones energéticas mercado nacional colombiano.	15
<i>Figura 8</i> Certificación LEEDv4_ Criterios y Niveles.	16
<i>Figura 9</i> Criterios de Evaluación LEEDv4	17
<i>Figura 10</i> Proyectos LEED en Colombia	18
<i>Figura 11</i> Niveles de Certificación EDGE	19
<i>Figura 12</i> Proyectos EDGE en Colombia	20
<i>Figura 13</i> Criterios de Evaluación CASA Colombia 2.0	21
<i>Figura 14</i> Niveles de Certificación CASA Colombia	22
<i>Figura 15</i> Edificio ELE 16 CASA Colombia	22
<i>Figura 16</i> Urbanización EL PARAISO CASA Colombia	23
<i>Figura 17</i> Marco Metodológico	24
<i>Figura 18</i> Alcance Intervención Proyectual Bloque Aletehia.	25
<i>Figura 19</i> Vista aérea Campus Universidad Católica de Pereira.	26
<i>Figura 20</i> Vista aérea Pereira.	27
<i>Figura 21</i> Tabla Climática-Datos Históricos Pereira.2019	28
<i>Figura 22</i> Promedio mensual Radiación global horizontal Pereira.	28
<i>Figura 23</i> Tabla Climática-Datos Históricos Pereira.2019	29
<i>Figura 24</i> Temperatura Bulbo seco Pereira.	29
<i>Figura 25</i> Rango de Temperatura Pereira	30
<i>Figura 26</i> Humedades Relativas Horarias	30
<i>Figura 27</i> Velocidad, Temperatura y Humedad relativa del viento	31
<i>Figura 28</i> Ubicación Universidad Católica de Pereira	31
<i>Figura 29</i> Corte transversal Universidad Católica de Pereira	32
<i>Figura 30</i> Análisis de parámetros bioclimáticos	34
<i>Figura 31</i> Plazoleta 14 de febrero	35
<i>Figura 32</i> Zona verde fachada sur bloque Aletehia	36
<i>Figura 33</i> Diagrama resumen de Proyecto de Adecuación del Edificio Aletehia	38
<i>Figura 34</i> Gráfico de Asoleación	39
<i>Figura 35</i> Gráfico de Proceso de diseño de adecuación de fachada	39
<i>Figura 36</i> Grafico asoleación diciembre 17-05	40
<i>Figura 37</i> Grafico asoleación diciembre 15-17	40
<i>Figura 38</i> Grafico asoleación junio 17-05	41
<i>Figura 39</i> Grafico asoleación junio 15-17	41
<i>Figura 40</i> Gráfico de Ubicación Ascensor	42
<i>Figura 41</i> Gráfico de Imagen General Proyecto	42
<i>Figura 42</i> Gráfico Corte Fachada	43
<i>Figura 43</i> Gráfico Esquema Bioclimático- Reducción de radiación solar	44
<i>Figura 44</i> Gráfico de espacio de transición	44

<i>Figura 45</i> Gráfico de Esquema Bioclimático – Ventilación Cruzada Efecto Ventury	44
<i>Figura 46</i> Gráfico esquema de instalación de paneles solares	45
<i>Figura 47</i> Gráfico Vista nocturna de Edificio Aletehia	46
<i>Figura 48</i> Gráfico proceso de diseño de adecuación de cubierta	47
<i>Figura 49</i> Gráfico esquema bioclimático de recolección de aguas lluvias,	47
<i>Figura 50</i> Gráfico de la Adecuación de la Plazoleta 14 de febrero	48
<i>Figura 51</i> Gráfico vista nocturna zonas duras del proyecto	49
<i>Figura 52</i> Gráfico fitotectura del Proyecto en la plataforma	50
<i>Figura 53</i> Fitotectura del Proyecto	50
<i>Figura 54</i> Gráfico de Cobertura vegetal en el Edificio Aletehia	51
<i>Figura 55</i> Gráfico Materiales, Fuente elaboración propia	52
<i>Figura 56</i> Gráfico Corte Fachada – Edificio Aletehia	53
<i>Figura 57</i> Materiales Plazoleta 14 de febrero	53
<i>Figura 58</i> Gráfico Diseño Modular – Fachada Edificio Aletehia	54
<i>Figura 59</i> Gráficas de Ahorro Recursos Evaluación EDGE v3.0.0	58
<i>Figura 60</i> Reporte diagnóstico LEED -Bloque Aletehia y entorno	60
<i>Tabla 1</i> Datos generales Pereira	27
<i>Tabla 2</i> Datos generales Universidad Católica de Pereira y Bloque Aletehia	31
<i>Tabla 3</i> Datos Climáticos resumen Pereira	33
<i>Tabla 4</i> Línea base de consumo de energía	37
<i>Tabla 5</i> Línea base de consumo de agua	37
<i>Tabla 6</i> Reporte final diagnóstico Casa Colombia-Bloque Aletehia y entorno. (Categoría No Vis)	56
<i>Tabla 7</i> Matriz Comparativa -Bloque Aletehia y entorno.	59
<i>Tabla 8</i> Matriz Comparativa -Bloque Aletehia y entorno.	61
<i>Tabla 9</i> Matriz de Objetivos de Desarrollo Sostenible	63