

# INTERVENCIÓN SOSTENIBLE EN ARQUITECTURA PATRIMONIAL: CASO DE ESTUDIO CASA REPUBLICANA EN POPAYÁN


Susana Oviedo Bernal
Fabián Felipe Montoya Urrego

Directora
Alina Zambrano De Valdenebro






Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

FACULTAD DE CREACIÓN Y HÁBITAT

# AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y acompañamiento constante a lo largo de este proceso académico. Su confianza, paciencia y aliento fueron fundamentales para sostener el esfuerzo, la dedicación y la constancia que exigió el desarrollo de este trabajo de grado.

Agradecemos de manera especial a nuestra asesora, Alina, por su permanente disposición, su orientación clara y su acompañamiento certero y humano durante cada etapa del proceso. Su guía académica, sus observaciones oportunas y su compromiso fueron determinantes para la consolidación conceptual y metodológica de esta investigación.

Extendemos nuestro agradecimiento a nuestros profesores y compañeros, quienes, a través del intercambio de ideas, discusiones académicas y retroalimentaciones, enriquecieron nuestra formación y aportaron miradas críticas que fortalecieron el desarrollo del trabajo.

Reconocemos y agradecemos a Casa Quinta por la información suministrada, la apertura institucional y la colaboración brindada, elementos que hicieron posible el acceso a insumos fundamentales para la comprensión del contexto y el desarrollo del proyecto.

Agradecemos además a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con su tiempo, conocimientos y disposición al desarrollo de este trabajo, y que hicieron parte de este proceso formativo.

Finalmente, este trabajo de grado representa no solo un ejercicio académico, sino también un proceso de aprendizaje colectivo, reflexión y crecimiento personal y profesional, construido gracias al acompañamiento, la confianza y el apoyo de quienes creyeron en este proyecto desde sus distintas dimensiones.

# CONTENIDO

## Índice


Resumen

Introducción

## Cap.1

**El desafío de intervenir el patrimonio construido: problema de la investigación**

1.1. Contextualización del problema de investigación
1.2. Formulación del problema de investigación
1.3. Justificación
1.4. Objetivos
*1.4.1. Objetivo general*
*1.4.2.Objetivos específicos*

## Cap.2

**Popayán más allá del centro histórico: Contexto urbano y patrimonial del caso de estudio**

2.1. Contexto urbano e histórico de la ciudad de Popayán
2.2. La arquitectura republicana de Popayán
2.3. El patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico
2.4. Caracterización urbana y normativa del sector de estudio
2.5. Caracterización general del inmueble objeto de estudio

## Cap.3

**Fundamentos para la intervención sostenible del patrimonio construido**

3.1.Patrimonio arquitectónico y conservación del bien construido
3.2. Sostenibilidad y arquitectura bioclimática en edificaciones existentes
3.3. Retrofit arquitectónico como estrategia de intervención sostenible
3.4. Antecedentes y experiencias de intervención en patrimonio arquitectónico
3.5. Marco normativo para la intervención del patrimonio arquitectónico

# INTERVENCIÓN SOSTENIBLE EN ARQUITECTURA PATRIMONIAL: CASO DE ESTUDIO CASA REPUBLICANA EN POPAYÁN

## Índice


## Cap.4

**Estrategia metodológica de investigación-creación aplicada al patrimonio construido**

4.1.Métodos y procedimientos
*4.1.1. Etapa I. Diagnóstico climático y de confort ambiental*
*4.1.2. Etapa II. Análisis arquitectónico, patrimonial y normativo.*
*4.1.3. Etapa III. Formulación del modelo de intervención sostenible*
4.2.Instrumentos y variables de estudio
*4.2.1. Principios rectores de la intervención*
4.3. Criterios de evaluación de la propuesta
*4.3.1.Criterios patrimoniales*
*4.3.2. Criterios ambientales*
*4.3.3. Criterios funcionales y de viabilidad*

## Cap.5

**Diagnóstico integral del caso de estudio: arquitectónico, ambiental y patrimonial**

5.1. Diagnóstico climático y de confort ambiental
*5.1.1. Levantamiento de información meteorológica*
*5.1.2. Medición de variables ambientales interiores*
*5.1.3. Análisis Máscaras de Sombra del Predio*
*5.1.4. Evaluación del comportamiento térmico de los materiales*
5.2. Análisis arquitectónico, patrimonial y normativo
*5.2.1. Estudio del tipo de planta, orientación, morfología volumétrica y materiales constructivos originales*
*5.2.2. Identificación de limitaciones patrimoniales y normativas que condicionan las intervenciones*
*5.2.3 Registro del estado de conservación de elementos estructurales, decorativos y constructivos*

## Cap.6

**Retrofit bioclimático como estrategia de conservación activa**

6.1. Resultados del diagnóstico arquitectónico, ambiental y patrimonial
6.2. Resultados de la aplicación de criterios bioclimáticos
6.3. Resultados de la aplicación del enfoque retrofit
6.4. Resultados de la propuesta arquitectónica de intervención
6.5. Resultados de la selección de materiales y criterios de sostenibilidad
6.7. Visualización del impacto de la intervención

## Cap.7

**Conclusiones y recomendaciones**

## 8.Bibliografía

# RESUMEN

En un contexto marcado por la presión urbana, la obsolescencia funcional y los retos asociados al cambio climático, esta investigación plantea el reciclaje de edificaciones y el retrofit bioclimático como una herramienta eficaz para la revitalización del patrimonio construido. Mediante un enfoque de investigación-creación, el estudio integra análisis histórico, urbano, arquitectónico y patrimonial de una vivienda republicana del norte de Popayán. Como resultado se encuentra la propuesta arquitectónica de intervención que aplica criterios de arquitectura bioclimática, sostenibilidad integral y retrofit, priorizando intervenciones mínimas, reversibles y compatibles con el valor histórico del inmueble. Se demuestra que es posible mejorar el desempeño ambiental y funcional de edificaciones patrimonial sin comprometer su autenticidad arquitectónica, contribuyendo a la reducción de la huella ambiental y a la prolongación de su vida útil. Se concluye que el retrofit bioclimático es una herramienta eficaz para la revitalización del patrimonio construido en ciudades intermedia, además, plantea la necesidad de ampliar criterios de gestión patrimonial más allá de los centros históricos, alineando la conservación arquitectónica con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con modelos de ciudad más sostenible, resiliente y equitativa.

**Palabras clave:** *Patrimonio arquitectónico, hábitat sustentable, planificación del espacio, retrofit.*

# ABSTRACT

In a context marked by urban pressure, functional obsolescence, and the challenges associated with climate change, this research proposes building recycling and bioclimatic retrofitting as an effective tool for revitalizing built heritage. Through a research-creation approach, the study integrates historical, urban, architectural, and heritage analyses of a Republican-era house in northern Popayan. The result is an architectural intervention proposal that applies bioclimatic architecture criteria, comprehensive sustainability, and retrofitting, prioritizing minimal, reversible interventions compatible with the building's historical value. It demonstrates that it is possible to improve the environmental and functional performance of heritage buildings without compromising their architectural authenticity, contributing to a reduction in their environmental footprint and extending their useful life. It is concluded that bioclimatic retrofitting is an effective tool for the revitalization of built heritage in intermediate cities; furthermore, it raises the need to broaden heritage management criteria beyond historical centers, aligning architectural conservation with the Sustainable Development Goals and with more sustainable, resilient and equitable city models.

**KeyWords:** *Architectural heritage, sustainable habitat, space planning, retrofit*.

# INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de acelerada urbanización, crisis climática y presión sobre los recursos naturales, las ciudades enfrentan el reto de repensar sus modelos de crecimiento y transformación del hábitat construido. En este escenario, la arquitectura y el urbanismo adquieren un papel estratégico en la transición hacia formas de desarrollo más sostenibles, alienados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la Agenda 2030, particularmente aquellos relacionados con ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11), producción y consumo responsable (ODS 12) y acción por el clima (ODS 13) (Naciones Unidas, 2015).

Uno de los principales desafíos asociados a estos objetivos es la gestión del parque edificado existente. La demolición y sustitución de edificaciones, práctica frecuente en los procesos de renovación urbana, implica un alto consumo de energía, generación de residuos y pérdida de valores culturales y sociales. Frente a este paradigma, el reciclaje de edificaciones emerge como una estrategia clave para la sostenibilidad urbana, al promover la reutilización del patrimonio construido, la optimización de recursos y la reducción de la huella ambiental asociada al sector (Bullen y Love, 2011).

En este marco, las edificaciones patrimoniales adquieren una relevancia particular, no solo como bienes culturales, sino como infraestructuras ambientales y urbanas capaces de adaptarse a nuevas dinámicas de uso y a escenarios de cambio climático. Estrategias de retrofit y arquitectura bioclimática permiten mejorar el desempeño ambiental y funcional, prolongando la vida útil sin comprometer el valor histórico y simbólico de las edificaciones ante los cambios contemporáneos de las ciudades (Webb, 2017). Diversos estudios internacionales han demostrado que la intervención en edificios existentes puede reducir entre un 50% y 75% las emisiones de carbono en comparación con la construcción nueva (Doctor-Pingel et al, 2019), consolidando el retrofit como una herramienta fundamental para la mitigación del cambio climático.

En relación, la ciudad de Popayán presenta un escenario significativo, ya que, si bien, cuenta con instrumentos normativos de protección del centro histórico, amplios sectores de expansión temprana albergan edificaciones con valor arquitectónico que carecen de lineamientos claros para su conservación e intervención. Esta situación ha derivado en procesos de transformación urbana que amenazan la permanencia de una parte de la memoria construida de la ciudad, particularmente aquella asociada a arquitectura republicana. Como señalan Veldpaus et al (2013), la gestión del patrimonio urbano requiere una visión integral que trascienda los centros históricos y reconozca la diversidad de expresiones arquitectónicas que configuran la identidad de las ciudades.

En respuesta a este contexto, el presente trabajo de grado se propuso analizar y desarrollar una estrategia de intervención sostenible basada en el reciclaje de edificaciones y el retrofit bioclimático, aplicada a una vivienda republicana fuera del centro histórico de Popayán. A través de un enfoque de investigación-creación, el estudio articula el análisis histórico, arquitectónico, ambiental y patrimonial del inmueble con la formulación de una propuesta proyectual que busca demostrar la viabilidad de la conservación activa del patrimonio construido como aporte a la sostenibilidad urbana.

El enfoque metodológico adoptado se fundamenta en principios de mínima intervención, reversibilidad y compatibilidad material, criterios establecidos por organismo internacionales como ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios) en documentos como la Carta de Venecia (1964) y la Carta de Burra (1999), que orientan las intervenciones en patrimonio edificado. Asimismo, se integran herramientas de análisis bioclimático y simulación energética que permiten cuantificar el impacto de las estrategias propuestas, garantizando que las decisiones de diseño se sustenten en evidencia técnica y no únicamente en criterios estéticos o programáticos (Roberti et al¸ 2015).

De este modo, la investigación no solo aborda un caso particular, sino que plantea una reflexión crítica sobre el rol del patrimonio arquitectónico en la construcción de ciudades más sostenibles, equitativas y resilientes, contribuyendo al cumplimiento de los ODS y al debate contemporáneo sobre la reutilización del entorno construido en ciudades intermedias. Como afirman Foster y Kreinin (2020), las ciudades intermedias desempeñan un papel crucial en la consecución de los ODS, al concentrar dinámicas de crecimiento que requieren modelos de gestión territorial diferenciados de las grandes metrópolis.

Finalmente, este trabajo aspira a consolidar un modelo de intervención replicable, que articule conservación patrimonial, eficiencia energética y sostenibilidad integral. Además, demostrar que la arquitectura del pasado puede ser parte activa de las soluciones urbanas del futuro.



# El desafío de intervenir el patrimonio construido: problema de la investigación

Cap

## 1.1 Contextualización del problema de investigación

La gestión del patrimonio arquitectónico en ciudades intermedias latinoamericanas enfrente una paradoja fundamental: mientras los centros históricos cuentan con marcos normativos específicos de protección, vastos sectores urbanos con valor patrimonial permanecen desprotegidos y vulnerables ante procesos de transformación desarticulados (Carrión y Hanley, 2005). Esta situación se agrava en contextos donde la presión inmobiliaria, la obsolescencia funcional de las edificaciones y la ausencia de políticas de conservación integral para acelerar la pérdida del patrimonio construido.

Popayán, reconocida por la UNESCO como parte del Patrimonio de la Humanidad por su conjunto arquitectónico colonial, ejemplifica esta problemática. El Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP), adoptado mediante Resolución 2432 de 2009, concentra sus esfuerzos normativos en el centro histórico, dejando por fuera edificaciones republicanas y de transición ubicadas en sectores de expansión temprana como el barrio Prados del Norte. Esta focalización restrictiva ha generado un vacío institucional que facilita la demolición, alteración o subutilización de inmuebles con valor arquitectónico, histórico y urbano (Ministerio de Cultura, 2009).

De acuerdo con Therrien, Dávila y Pulgarín (2022) y Rodríguez (2015), la conceptualización restrictiva del patrimonio urbano, limitada a perímetros históricos delimitados, ignora la naturaleza dinámica de las ciudades y excluye expresiones arquitectónicas que, aunque menos monumentales, constituyen testimonios fundamentales de la evolución urbana, social y cultural. En el caso específico de Popayán, la arquitectura republicana representa la transición hacia la modernidad, reflejando cambios en los modos de habitar, en las técnicas constructivas y en las relaciones sociales de finales del siglo XIX y principios del XX.

Paralelamente, estas edificaciones enfrentan problemáticas ambientales y funcionales que comprometen su habitabilidad y viabilidad económica. Diferentes factores, como la falta de mantenimiento, intervenciones inadecuadas y la ausencia de estrategias bioclimáticas pueden generar condiciones de disconfort que, paradójicamente, se utilizan como justificación para su demolición. La demolición de patrimonio construido no solo implica la pérdida de memoria cultural, sino también un alto costo ambiental. Según Martínez-Molina et al. (2016), la energía incorporada en edificios existentes re-

presenta entre el 10% y el 20% de la energía total del ciclo de vida de una construcción, cifra que se desaprovecha completamente en procesos de demolición y reconstrucción. En contraste, intervenciones de retrofit pueden reducir el consumo energético entre 30% y 50%, prolongar la vida útil de las edificaciones y mantener su valor patrimonial (Ma et al., 2012).

Frente a este escenario, surge la necesidad de explorar modelos de intervención que articulen conservación patrimonial, sostenibilidad ambiental y viabilidad funcional. El retrofit bioclimático se presenta como una estrategia pertinente, al permitir la actualización de edificaciones históricas mediante soluciones pasivas, reversibles y compatibles que mejoran su desempeño sin comprometer su autenticidad (Rasmussen et al, 2025). Sin embargo, la aplicación de estas estrategias en patrimonio no protegido formalmente requiere metodologías específicas que equilibren criterios técnicos, económicos y culturales.

En este contexto, la vivienda republicana ubicada en el barrio Prados del Norte se constituye como caso de estudio paradigmático, al evidenciar tanto el valor arquitectónico latente como las tensiones derivadas de su condición de desprotección normativa, obsolescencia funcional y deterioro ambiental. Su análisis permite desarrollar un modelo de intervención sostenible replicable en contextos urbanos similares, contribuyendo al debate sobre la conservación del patrimonio edificado en ciudades intermedias.

**1.2 Formulación del problema de investigación**

En relación a lo anterior, la vivienda republicana objeto de estudio se constituye como un caso representativo de esta problemática, al evidenciar el valor patrimonial latente como las tensiones derivadas de su adaptación a nuevos usos en ausencia de lineamientos claros de conservación e intervención sostenible. Por lo tanto, surge la pregunta: ¿Cómo puede implementarse un modelo de intervención sostenible en una casa republicana patrimonial de Popayán que integre estrategias bioclimáticas, eficiencia energética y conservación de sus valores arquitectónicos e históricos?

## 1.3. Justificación de la investigación

La ciudad de Popayán, cuenta con una declaratoria para el "Sector Histórico" señalado como Monumento Nacional en Colombia mediante la Ley 163 de 1959, y sus inmuebles clave y colecciones muebles fueron detallados y protegidos por decretos posteriores, como el 2248 de 1996, estableciendo normativas especiales para su conservación y restauración, lo que se complementa con el reconocimiento de la Semana Santa de Popayán como Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO en 2009.

Este espacio histórico constituye un referente urbano y arquitectónico invaluable, donde convergen edificaciones coloniales y republicanas que conforman un tejido histórico de gran riqueza cultural. Sin embargo, este patrimonio enfrenta actualmente un escenario de vulnerabilidad debido al deterioro físico de las construcciones, la ausencia de mantenimiento preventivo y la ejecución de intervenciones inadecuadas que comprometen su autenticidad. A ello se suman las nuevas presiones derivadas del cambio climático y del incremento de los costos energéticos, factores que exigen estrategias contemporáneas capaces de responder a los desafíos del hábitat sin sacrificar el valor histórico ni simbólico de los inmuebles.

En este contexto, la presente investigación se justifica por su propósito de articular la conservación patrimonial con los principios de la arquitectura sostenible y bioclimática, proponiendo una visión integral que permita preservar la identidad arquitectónica de las edificaciones republicanas de Popayán mientras se optimiza su desempeño ambiental. La propuesta adopta el concepto de retrofit patrimonial, entendido como la modernización o adecuación de edificaciones existentes mediante la incorporación de estrategias tecnológicas y ambientales que mejoran su eficiencia energética, confort y funcionalidad, sin alterar su esencia arquitectónica ni su valor cultural. Esta perspectiva reconoce que los inmuebles patrimoniales no deben permanecer estáticos ante las transformaciones del entorno, sino que pueden ser objeto de procesos de adaptación inteligente que aseguren su permanencia funcional y simbólica a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, el estudio responde a la necesidad identificada por organismos internacionales como la UNESCO de desarrollar enfoques innovadores que vinculen patrimonio y cambio climático (UNESCO, 2021). Como señalan Fatorić y Seekamp (2017), la adaptación del patrimonio construido a

escenarios climáticos futuros requiere investigaciones que trasciendan la conservación tradicional e integren criterios de resiliencia y eficiencia energética.

Por otro lado, la relevancia de este enfoque radica en llenar un vacío existente en la producción académica y técnica. Si bien existen estudios centrados en la conservación del patrimonio y otros en la sostenibilidad arquitectónica, pocos trabajos han logrado integrar ambos campos en el contexto específico de las casas republicanas de Popayán, considerando sus particularidades climáticas, materiales tradicionales y el marco normativo que rige su protección.

Además, la investigación adquiere una trascendencia social, cultural, ambiental y económica, al proponer una metodología que evidencia cómo el retrofit puede consolidarse como una herramienta eficaz para la revitalización del patrimonio construido. Desde una perspectiva social y cultural, el estudio promueve la valoración del patrimonio arquitectónico como un bien común, capaz de adaptarse a nuevas dinámicas de uso sin perder su identidad histórica, fortaleciendo el sentido de pertenencia y la memoria colectiva.

Desde el ámbito económico, el enfoque planteado demuestra que la intervención sobre edificaciones existentes, a través de estrategias de retrofit, representa una alternativa viable y eficiente frente a la demolición y nueva construcción. La reutilización del patrimonio reduce costos de obra, aprovecha infraestructura existente y genera menor impacto en redes urbanas (Bullen y Love, 2010). Además, edificaciones patrimoniales rehabilitadas pueden dinamizar economías locales mediante turismo cultural, servicios especializados y actividades productivas compatibles con su carácter histórico. De este modo, se integran criterios de sostenibilidad, eficiencia y conservación, posicionando el retrofit como una estrategia integral que articula desarrollo económico, responsabilidad ambiental y preservación del patrimonio.

Finalmente, la viabilidad técnica y metodológica de la investigación se sustenta en la selección de un caso real, en el uso de herramientas de análisis bioclimático y energético disponibles, y en la existencia de un marco normativo favorable que reconoce el patrimonio como un bien público susceptible de adaptación responsable.

Es así que, esta investigación busca demostrar que la sostenibilidad y la conservación patrimonial no son enfoques opuestos, sino complementarios, y que a través del retrofit sostenible es posible prolongar la vida útil de las edificaciones republicanas, fortalecer su funcionalidad y garantizar su permanencia como testigos vivos de la memoria arquitectónica de Popayán, en equilibrio con las exigencias ambientales y sociales del presente.

## 1.4 Objetivos

### *1.4.1 Objetivo General*

Proponer un modelo de intervención sostenible para una casa republicana de valor patrimonial en Popayán que integre estrategias bioclimáticas para preservar su integridad arquitectónica, histórica y cultural.

### *1.4.2 Objetivos específicos*

-Diagnosticar el estado actual de conservación arquitectónica, funcional y ambiental de la casa republicana objeto de estudio, con base en criterios patrimoniales y de sostenibilidad.

-Analizar el potencial de incorporación de estrategias bioclimáticas compatibles con la preservación del valor patrimonial del inmueble.

-Formular una propuesta de intervención sostenible que articule la conservación patrimonial con soluciones arquitectónicas orientadas al confort térmico y el uso responsable del espacio.

# Capítulo 2

## Popayán más allá del centro histórico: Contexto urbano y patrimonial del caso de estudio

## 2.1 Contexto urbano e histórico de la ciudad de Popayán

La evolución urbana y arquitectónica de Popayán ha estado marcada por procesos continuos de adaptación y transformación, estrechamente vinculados a sus condiciones históricas, geográficas y culturales. Desde los asentamientos prehispánicos, evidenciados en hitos como el Morro del Tulcán —una pirámide truncada construida entre los años 800 y 1200 d.C. por sociedades cacicales tardías (Cubillos, 1959)—, hasta las expresiones arquitectónicas posteriores, la ciudad ha configurado un paisaje urbano en el que el patrimonio construido constituye un elemento central de identidad.

Con la fundación española en 1537, Popayán adoptó una traza urbana colonial ortogonal que consolidó, durante los siglos XVII y XVIII, un centro histórico caracterizado por una arquitectura sobria, el uso de materiales locales y estrategias pasivas de adaptación climática (Salcedo, 1983). Este periodo definió de manera significativa la imagen urbana y las formas de habitar de la ciudad.

Posteriormente, tras la independencia, la consolidación de la República impulsó la incorporación de nuevos lenguajes arquitectónicos asociados a ideales de modernidad. Entre mediados del siglo XIX y comienzos del siglo XX emergió la arquitectura republicana, de carácter ecléctico y con influencias europeas (Arango, 1989; Restrepo, 2016), la cual acompañó los procesos de expansión urbana hacia sectores periféricos. Este fenómeno evidencia que el patrimonio arquitectónico de Popayán trasciende su núcleo fundacional, extendiéndose a edificaciones dispersas que dan cuenta de la evolución histórica y urbana de la ciudad.

La ciudad ha sido históricamente reconocida por el valor de su centro histórico, el cual cuenta con instrumentos normativos específicos para su protección, como el Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP), aprobado mediante Resolución 2432 de 2009 (Ramos, 2016). Sin embargo, esta focalización normativa ha generado un vacío significativo en la protección del patrimonio arquitectónico localizado fuera del perímetro histórico, donde subsisten edificaciones representativas de estilos y periodos posteriores, particularmente de la arquitectura republicana y de transición hacia la modernidad.

La ausencia de una extensión efectiva de criterios patrimoniales y de lineamientos claros de intervención en estos sectores ha propiciado procesos de transformación urbana desarticulados, caracterizados por la demolición, alteración o banalización de inmuebles con valor histórico y arquitectónico. Esto conlleva una pérdida progresiva de la memoria urbana y de la diversidad tipológica que conforma la identidad de la ciudad. En este contexto, el patrimonio arquitectónico se ve reducido a un conjunto aislado de edificaciones monumentales, desconectadas de los procesos de expansión y evolución urbana que también constituyen la historia material de Popayán.

Adicionalmente, muchas de estas edificaciones patrimoniales enfrentan problemáticas ambientales y funcionales, tales como deficiencias en confort térmico, ventilación, iluminación natural y eficiencia energética. Estas limitaciones se agravan por las condiciones climáticas locales y por intervenciones inadecuadas realizadas a lo largo del tiempo, especialmente tras el terremoto de 1983 que afectó significativamente el patrimonio construido de la ciudad (Servicio Geológico Colombiano, 2023). Estas limitaciones suelen ser utilizadas como justificación para la sustitución de edificaciones históricas por nuevas construcciones, reforzando un modelo urbano insostenible basado en la demolición y el reemplazo.

Frente a este escenario, surge la necesidad de explorar estrategias de intervención que permitan la actualización ambiental y funcional del patrimonio construido, sin comprometer sus valores arquitectónicos y simbólicos. El enfoque de retrofit, articulado con principios de arquitectura bioclimática y sostenibilidad integral, se presenta como una alternativa viable para responder a este vacío normativo y técnico. Esta aproximación demuestra que es posible revitalizar edificaciones patrimoniales fuera del centro histórico, integrándolas de manera activa a la dinámica urbana contemporánea.

**2.2. La arquitectura republicana en Popayán**

La arquitectura republicana en Popayán constituye una etapa significativa dentro del desarrollo histórico y urbano de la ciudad, asociada principalmente al periodo comprendido entre finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX. Este momento coincide con transformaciones políticas, sociales y económicas que influyeron en la adopción de nuevos lenguajes arquitectónicos, sin que ello implicara una ruptura total con las

tradiciones constructivas locales. La arquitectura republicana surge en Colombia como adaptación del neoclasicismo europeo, mezclado con la tradición colonial y elementos propios de cada región (Martín y Rodríguez, 2012).

Desde el punto de vista formal, la arquitectura republicana en Popayán se caracteriza por la incorporación de elementos compositivos de influencia neoclásica y ecléctica. Entre estos destacan las fachadas simétricas, vanos verticales, cornisas, molduras y una mayor jerarquización de los accesos. Este tipo de arquitectura representó el paso de la estética colonial a la moderna, marcando una de las etapas más emblemáticas de la historia urbana y arquitectónica de Colombia (Saldarriaga et al., 2005). No obstante, estas expresiones formales se adaptaron a las condiciones locales, manteniendo sistemas constructivos tradicionales como los muros portantes en mampostería, cubiertas inclinadas y el uso de materiales propios de la región.

El cambio más significativo introducido por la vida republicana fue la demanda de edificios para alojar instituciones estatales y entidades privadas que prosperaron con el nuevo régimen económico. En los estudios históricos se valora la iniciación de la obra del Capitolio Nacional en Bogotá, en 1847, por el arquitecto Thomas Reed, como el hito más importante en la formación de la arquitectura oficial de la nueva república (Ortega, 1982; Saldarriaga, 2009). Este momento marca el inicio de la consolidación del estilo neoclásico como corriente conceptual dominante en la arquitectura republicana colombiana.

A diferencia de la arquitectura colonial predominante en el centro histórico, la arquitectura republicana en Popayán se desarrolló tanto dentro como fuera de este perímetro, especialmente en sectores de expansión urbana. Estas edificaciones respondieron a nuevas necesidades de uso, incorporando programas residenciales, institucionales y educativos. En el caso de los inmuebles republicanos, la planta tipológica está generalmente dada en los segundos y terceros pisos, donde la actividad residencial era predominante, y se destaca la transformación del tradicional patio descubierto en un ámbito central cubierto, adaptándose a condiciones climáticas específicas (Ministerio de Cultura, 2009).

En términos urbanos, la arquitectura republicana desempeñó un papel clave en la consolidación de barrios y ejes viales emergentes, contribuyendo a la configuración de una ciudad que comenzaba a extenderse más allá de su núcleo fundacional. Las creaciones arquitectónicas locales de mayor trascen-

cendencia se produjeron especialmente en la segunda mitad del siglo XVIII y en el XIX, cuando se introdujeron en la ciudad tendencias arquitectónicas que rayaban en lo neoclásico, pero con una visión casi local (Velasco, 2022).

Sin embargo, a pesar de su importancia histórica y arquitectónica, este tipo de edificaciones no siempre ha recibido el mismo nivel de reconocimiento patrimonial que las construcciones coloniales, lo que ha derivado en procesos de transformación y pérdida de valores arquitectónicos. En este contexto, la arquitectura republicana en Popayán representa un patrimonio intermedio, cuya conservación requiere estrategias que reconozcan tanto su valor histórico como su capacidad de adaptación a usos contemporáneos, aspecto fundamental para la presente investigación.

### 2.3. El patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico

El patrimonio arquitectónico localizado fuera del centro histórico de Popayán constituye un conjunto heterogéneo de edificaciones que reflejan distintas etapas del crecimiento urbano de la ciudad. A diferencia de los inmuebles ubicados dentro del perímetro protegido, estas construcciones no siempre cuentan con una declaratoria formal ni con un régimen normativo específico que garantice su conservación. En Colombia, el patrimonio cultural está protegido constitucionalmente, y la legislación establece que la política estatal debe estar dirigida a salvaguardarlo, protegerlo, recuperarlo, conservarlo y divulgarlo (Ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008).

Este patrimonio incluye edificaciones de arquitectura republicana, moderna temprana y otras tipologías que, si bien no poseen el mismo nivel de monumentalidad que los bienes del centro histórico, aportan valores históricos, urbanos y sociales relevantes. Su localización en sectores de expansión urbana las expone a mayores presiones inmobiliarias y a procesos de intervención no controlada, lo que incrementa el riesgo de pérdida de sus características originales. La experiencia en ciudades como Bogotá demuestra que los inmuebles localizados en áreas consolidadas fuera de los sectores de interés cultural requieren ser conservados por sus valores arquitectónicos, artísticos o históricos (Secretaría Distrital de Planeación, s.f.).

La falta de reconocimiento institucional del patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico de Popayán, genera un vacío normativo que dificulta la toma de decisiones informadas en los procesos de intervención. En muchos casos, estas edificaciones son objeto de remodelaciones que priorizan la funcionalidad inmediata, sin considerar criterios de conservación patrimonial o sostenibilidad ambiental. Esta situación ha llevado a que entre 2017 y 2021, solo en Bogotá, se evidenciaran 926 inmuebles afectados por posibles comportamientos contrarios a la protección del patrimonio (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, 2021).

La falta de reconocimiento institucional del patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico de Popayán, genera un vacío normativo que dificulta la toma de decisiones informadas en los procesos de intervención. En muchos casos, estas edificaciones son objeto de remodelaciones que priorizan la funcionalidad inmediata, sin considerar criterios de conservación patrimonial o sostenibilidad ambiental. Esta situación ha llevado a que entre 2017 y 2021, solo en Bogotá, se evidenciaran 926 inmuebles afectados por posibles comportamientos contrarios a la protección del patrimonio (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, 2021).

La intervención en edificios patrimoniales fuera de los centros históricos debe considerar tanto la preservación de sus valores como su actualización funcional y energética. La rehabilitación no solo contribuye a la sostenibilidad al reutilizar edificaciones existentes, evitando la necesidad de nuevas construcciones que consumen recursos y energía, sino que también puede revitalizar áreas urbanas y estimular el desarrollo económico local (La Quinta Fachada, 2024). Al preservar estas construcciones se aporta además a la conservación del medio ambiente y el uso racional de los recursos finitos (Universidad Pontificia Bolivariana, 2024).

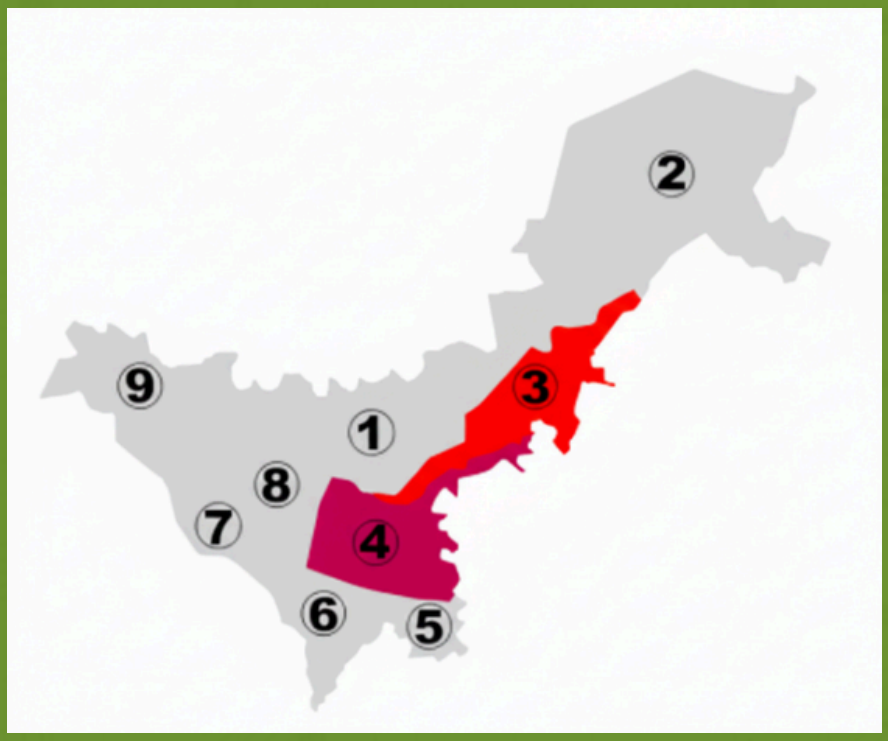
El estudio del patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico resulta fundamental para ampliar la comprensión del patrimonio urbano de Popayán, reconociendo que la memoria colectiva de la ciudad no se limita a su centro fundacional, sino que se extiende a los sectores que acompañaron su crecimiento y transformación. El patrimonio arquitectónico debe ser entendido como un organismo vivo que puede seguir evolucionando para mantener su relevancia, mediante intervenciones que equilibren conservación e innovación (Pacheco Arquitectos, 2025).

## 2.4. Caracterización urbana y normativa del sector de estudio

El sector donde se localiza el inmueble objeto de estudio, se encuentra en la comuna 3, en el sector norte centro de la zona urbana del municipio, forma parte de un área urbana consolidada, caracterizada por una mezcla de usos residenciales, institucionales y de servicios. Su configuración urbana responde a procesos de crecimiento progresivo, con una trama vial definida y una relación directa entre las edificaciones y el espacio público.

Desde el punto de vista urbano, el sector presenta una escala edificatoria compatible con el inmueble patrimonial, lo que favorece su integración al entorno inmediato. No obstante, se identifican transformaciones asociadas a cambios de uso y densificación, que generan contrastes entre edificaciones tradicionales y construcciones de carácter contemporáneo.

Ilustración 1. Mapa urbano de la ciudad de Popayán




Fuente: Elaboración propia

En términos normativos, el sector se rige por las disposiciones establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Popayán, el cual define los usos del suelo, las alturas permitidas y los parámetros urbanísticos generales. Aunque el inmueble no se encuentra dentro del perímetro del centro histórico, el marco normativo reconoce la existencia de bienes con valor patrimonial en sectores no protegidos, lo que exige la aplicación de criterios técnicos para su intervención.

La normativa vigente permite la adecuación funcional y la intervención arquitectónica de este tipo de inmuebles, siempre que se respeten las condiciones urbanísticas y se mantenga la coherencia con el entorno. Sin embargo, la ausencia de lineamientos específicos para la conservación del patrimonio fuera del centro histórico refuerza la necesidad de propuestas que integren criterios patrimoniales, urbanos y ambientales.

Esta caracterización urbana y normativa establece las condiciones de partida para el análisis diagnóstico y la formulación de la propuesta de intervención, garantizando que las decisiones proyectuales se fundamenten en el contexto real del inmueble y su entorno.

### 2.5. Caracterización general del inmueble objeto de estudio

La vivienda republicana objeto de estudio se localiza en el barrio Prados del Norte, específicamente en la carrera 7 # 10 N–22, a una distancia aproximada de un kilómetro del centro histórico de la ciudad, comuna 4. Esta proximidad espacial resulta significativa, ya que sitúa al inmueble en una zona de transición entre el núcleo fundacional protegido y los sectores que acompañaron los primeros procesos de expansión urbana de Popayán.

Ilustración 2. Barrio Prados del norte- Popayán




Fuente: Elaboración propia

El barrio Prados del Norte se consolidó históricamente como uno de los primeros sectores de crecimiento urbano fuera del centro histórico, caracterizado por la implantación de casonas sobre grandes lotes, tipología que respondía a nuevas formas de habitar asociadas a la arquitectura republicana y a las transformaciones sociales de finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Estas edificaciones marcaron un cambio en la relación entre la vivienda, el espacio abierto y la ciudad, incorporando patios, jardines y retiros que configuraron un paisaje urbano diferenciado.

El inmueble conserva elementos formales, espaciales y constructivos propios de la arquitectura republicana, los cuales evidencian su valor histórico y arquitectónico, así como su adaptación a las condiciones climáticas locales. A lo largo del tiempo, la edificación ha experimentado diversos cambios de uso que reflejan la evolución social y económica del sector, pasando de vivienda a equipamiento educativo y, posteriormente, a espacio de uso comercial, sin perder completamente su integridad tipológica.

La localización del inmueble, su cercanía al centro histórico y su inserción en un sector carente de instrumentos normativos específicos de protección patrimonial lo sitúan en una condición de vulnerabilidad urbana, pero también lo convierten en un caso paradigmático para la investigación. En este sentido, la vivienda se asume como un laboratorio de intervención que permite evaluar la aplicación de estrategias de retrofit bioclimático orientadas a mejorar su desempeño ambiental y funcional, demostrando la viabilidad de la conservación activa del patrimonio construido fuera del centro histórico de Popayán.

Ilustración 3. Fachada de la vivienda




Fuente: Cauca patrimonio (RRSS)

# Cap 3

## Fundamentos para la intervención sostenible del patrimonio construido

### 3.1. Patrimonio arquitectónico y conservación del bien construido

La conservación del patrimonio arquitectónico ha evolucionado significativamente desde concepciones puramente monumentalistas hacia enfoques integrales que reconocen la diversidad de valores presentes en el entorno construido. Como establece la Carta de Burra (ICOMOS, 1999), el patrimonio cultural comprende lugares con significación cultural derivada de valores estéticos, históricos, científicos, sociales o espirituales para generaciones pasadas, presentes y futuras, trascendiendo la mera antigüedad o excepcionalidad formal.

En tanto, los principios que orientan la conservación patrimonial se han consolidado a través de documentos internacionales que constituyen el marco deontológico de la disciplina. La Carta de Venecia (ICOMOS, 1964) establece criterios fundamentales como el respeto por la autenticidad material e histórica, la distinción entre elementos originales y añadidos, y la documentación exhaustiva de toda intervención. Posteriormente, el Documento de Nara sobre la Autenticidad (ICOMOS, 1994) amplió esta perspectiva al reconocer la diversidad de contextos culturales y la necesidad de criterios de autenticidad sensibles a cada tradición constructiva.

En el contexto latinoamericano, documentos como la Carta de Quito (1967) introdujeron la noción de puesta en valor del patrimonio, integrando su conservación con el desarrollo económico y social de las comunidades. Como señala Gutiérrez (2009), esta perspectiva resulta especialmente pertinente para ciudades intermedias, donde el patrimonio debe articularse con dinámicas urbanas contemporáneas sin perder su valor testimonial.

Por su parte, la teoría de la conservación distingue diversos niveles de intervención según el grado de transformación admisible. La conservación preventiva, definida por el ICCROM (2022) como el conjunto de medidas orientadas a evitar deterioros futuros, constituye el nivel más respetuoso y económicamente eficiente. La restauración implica acciones materiales orientadas a recuperar la integridad estética e histórica del bien, mientras que la rehabilitación permite adecuaciones funcionales compatibles con los valores patrimoniales identificados (Brandi, 2007).

Un concepto emergente en la disciplina es el de conservación activa o dinámica, que reconoce el patrimonio como entidad viva sujeta a transformaciones controladas que garanticen su permanencia en el tiempo (Stovel, 2007). Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para edificaciones sin declaratoria formal de protección, donde la intervención debe equilibrar respeto histórico con viabilidad funcional y sostenibilidad económica.

Ante esto, la conservación patrimonial enfrenta desafíos sin precedentes derivados del cambio climático y de las transformaciones urbanas aceleradas. Según Leissner et al. (2015), el incremento de temperaturas, la intensificación de eventos climáticos extremos y las variaciones en humedad relativa amenazan la integridad material de edificaciones históricas, especialmente aquellas construidas con técnicas y materiales tradicionales sensibles a condiciones ambientales.

Paralelamente, la obsolescencia funcional de muchas edificaciones patrimoniales —derivada de distribuciones espaciales incompatibles con usos contemporáneos o de deficiencias en instalaciones— genera presiones hacia su demolición (Douglas, 2006). Frente a este escenario, la disciplina de la conservación debe incorporar estrategias de adaptación que garanticen tanto la preservación de valores patrimoniales como la viabilidad de las edificaciones en contextos cambiantes.

Por último, como concluyen Tweed y Sutherland (2007), el futuro de la conservación patrimonial depende de su capacidad de integrar criterios de sostenibilidad, demostrando que edificaciones históricas pueden ser simultáneamente respetuosas del pasado, funcionales en el presente y responsables con el futuro ambiental.

### 3.2. Sostenibilidad y arquitectura bioclimática en edificaciones existentes

La integración de criterios de sostenibilidad en edificaciones existentes, particularmente aquellas con valor patrimonial, constituye uno de los desafíos contemporáneos más relevantes en la arquitectura y la conservación. Como establece la Declaración de Davos del Consejo Europeo (2018), la cultura de la construcción de calidad debe articular valores patrimoniales con objetivos de sostenibilidad, reconociendo que edificaciones históricas pueden contribuir significativamente a la transición energética y ambiental.

En principio, la arquitectura bioclimática se define como aquella que diseña en respuesta consciente a las condiciones climáticas del entorno, optimizando recursos naturales para garantizar confort térmico y eficiencia energética mediante estrategias pasivas (Olgyay, 1963). Este enfoque, lejos de ser una innovación reciente, constituye una recuperación de principios tradicionales presentes en arquitecturas vernáculas que, durante siglos, resolvieron eficientemente la relación entre edificación y clima sin dependencia de sistemas mecánicos (Oliver, 2006).

En climas templados como el de Popayán, caracterizados por temperaturas moderadas, alta humedad relativa y radiación solar significativa, las estrategias bioclimáticas tradicionales incluyen: ventilación cruzada mediante patios y corredores, control solar a través de aleros y vegetación, aprovechamiento de inercia térmica en muros de alta capacidad calorífica, y diseño de cubiertas ventiladas que reduzcan ganancias térmicas.

En tanto, el retrofit energético se define como el conjunto de intervenciones técnicas y de diseño aplicadas a edificios existentes para mejorar su desempeño ambiental, reducir consumo energético y emisiones asociadas, sin comprometer valores patrimoniales (Ma et al., 2012). A diferencia de intervenciones convencionales, el retrofit en patrimonio requiere equilibrar tres dimensiones: eficiencia energética, conservación material y viabilidad económica (Martínez-Molina et al., 2016).

Ahora bien, la aplicación de criterios bioclimáticos en edificaciones patrimoniales debe regirse por principios de compatibilidad, reversibilidad y discreción. Rasmussen et al. (2025) identifican estrategias de bajo impacto aplicables en contextos históricos: optimización de ventilación natural sin alterar vanos originales, mejora del aislamiento mediante materiales compatibles (como cal-cáñamo o fibras naturales), instalación de vidrios de baja emisividad que conserven carpinterías existentes, integración de sistemas solares en cubiertas no visibles, y automatización discreta de control climático.

Un aspecto fundamental es el diagnóstico previo del comportamiento térmico real de la edificación. Como demuestran Roberti et al. (2015), las simulaciones energéticas calibradas con mediciones in situ permiten identificar deficiencias reales y evitar intervenciones innecesarias que comprometan la autenticidad material.

La sostenibilidad en edificaciones patrimoniales trasciende la dimensión energética para abarcar aspectos como durabilidad material, bajo mantenimiento, gestión hídrica, calidad ambiental interior y resiliencia ante cambio climático (Loke, Kumar y Cultrone, 2023). La reutilización de edificaciones existentes constituye, por sí misma, una acción sostenible al evitar demoliciones, reducir residuos de construcción y aprovechar la energía incorporada en materiales y sistemas constructivos (Pomponi y Moncaster, 2017).

Por último, como concluye Lidelöw et al. (2019), la integración exitosa de sostenibilidad y conservación patrimonial requiere enfoques holísticos que reconozcan que edificaciones históricas, adecuadamente intervenidas, pueden alcanzar desempeños ambientales comparables a construcciones nuevas, preservando simultáneamente valores culturales irremplazables.

### 3.3. Retrofit arquitectónico como estrategia de intervención sostenible

El retrofit arquitectónico se ha consolidado como una estrategia fundamental para la actualización sostenible del parque edificado existente, constituyendo una alternativa viable y ambientalmente responsable frente a la demolición y reconstrucción. Power (2008) define el retrofit como el conjunto de intervenciones técnicas, funcionales y energéticas aplicadas a edificaciones existentes con el objetivo de prolongar su vida útil, mejorar su desempeño ambiental y adaptarlas a necesidades contemporáneas, minimizando el impacto ecológico asociado a los procesos constructivos.

A diferencia de la restauración patrimonial tradicional, que prioriza la conservación material y la autenticidad histórica, el retrofit integra dimensiones funcionales, ambientales y económicas en un enfoque holístico de intervención. Como señala Chiu et al. (2014), el retrofit no se limita a mejoras energéticas puntuales, sino que abarca la optimización integral del edificio considerando envolvente térmica, sistemas técnicos, distribución espacial, accesibilidad y resiliencia estructural.

En el contexto del patrimonio arquitectónico, el retrofit debe equilibrar dos objetivos aparentemente contradictorios: por un lado, la mejora del desempeño técnico y ambiental; por otro, la preservación de valores históricos, estéticos y constructivos (Webb, 2017). Este equilibrio requiere enfoques metodológicos específicos que prioricen la intervención mínima, la reversibilidad de las soluciones y la compatibilidad material.

En relación, la International Energy Agency (IEA, 2014) establece principios fundamentales para intervenciones de retrofit en edificaciones existentes que resultan particularmente pertinentes en contextos patrimoniales:

- Intervención mínima necesaria (Actuar únicamente sobre componentes que presentan deficiencias significativas de desempeño, evitando transformaciones innecesarias que comprometan la autenticidad del inmueble.
- Enfoque sistémico: Considerar la edificación como sistema integrado donde modificaciones en un componente (envolvente, instalaciones, distribución espacial) afectan el comportamiento global del conjunto.
- Reversibilidad y compatibilidad: Priorizar soluciones que puedan ser desmontadas en el futuro sin daño irreversible y que utilicen materiales física y químicamente compatibles con los sistemas constructivos existentes (Historic England, 2020).

–- Evaluación de ciclo de vida: Analizar el impacto ambiental considerando no solo la fase operativa sino también la energía incorporada en materiales, transporte, instalación y eventual desmantelamiento (Asdrubali, Baldassarri y Fthenakis, 2013).

Las intervenciones de retrofit pueden clasificarse según su intensidad y alcance. JuanGao y Wang, (2009) distinguen entre retrofit superficial (mejoras puntuales en instalaciones o acabados), retrofit medio (intervenciones en envolvente y sistemas técnicos) y retrofit profundo (transformación integral que puede incluir reforzamiento estructural, redistribución espacial y actualización completa de sistemas).

En edificaciones con valor patrimonial, las estrategias más compatibles incluyen: mejora de la eficiencia de instalaciones mediante tecnologías de bajo consumo, optimización de ventilación natural recuperando sistemas pasivos originales, incorporación de aislamiento térmico en zonas no visibles o mediante técnicas reversibles, sustitución de carpinterías por réplicas con vidrios de alto desempeño, integración de energías renovables en áreas discretas (cubiertas interiores, patios de servicio), y automatización inteligente de control climático que responda a las dinámicas térmicas propias del edificio (Galatioto y Beccali, 2016).

Desde la perspectiva ambiental, Thomsen y van der Flier (2011) demuestran que el retrofit evita entre 30-50 toneladas de $CO_2$ por cada 100 $m^2$ de superficie intervenida, comparado con escenarios de demolición-reconstrucción, consolidando esta estrategia como herramienta fundamental para la mitigación del cambio climático en el sector edificación.

Para finalizar, como concluye Wilkinson, James y Reed (2014), el retrofit representa un cambio paradigmático en la arquitectura contemporánea: de una lógica de obsolescencia y reemplazo hacia una cultura de reutilización, adaptación y valoración del patrimonio construido como recurso sostenible.

### 3.4. Antecedentes y experiencias de intervención en patrimonio arquitectónico

En este proyecto de investigación considera diferentes investigaciones, proyectos arquitectónicos y normativa que han abordado la relación entre la intervención arquitectónica y la sostenibilidad. El enfoque en la sostenibilidad en las intervenciones arquitectónicas supone la integración

entre patrimonio y la necesidad de desarrollar hábitats que aprovechen los recursos naturales en las edificaciones. Este estado de la cuestión permite proponer un modelo de intervención sostenible en edificación con valor patrimonial en Popayán.

En relación a lo anterior, es clave entender que el patrimonio arquitectónico se valora no solo por su valor cultural, histórico o social, sino que además su función original puede convertirse en un testimonio del pasado. El patrimonio puede contribuir a la memoria cultural, para Parada (2021) es posible recobrar la continuidad de la experiencia estética a través de la resignificación del espacio, como una demanda de solución de uso en la prolongación en el tiempo. Aunado a lo anterior, Zuñiga-Igarza et al (2023) exponen que el valor patrimonial de una edificación no se limita a su antigüedad o estilo, sino a su capacidad de representar identidad cultural, técnicas constructivas históricas y memoria colectiva, presentando una metodología que incorpora los enfoques ecosistémicos, estratégicos y participativos que posibilitó generar cambios e impactos favorables en el desarrollo económico local y en la calidad del ambiente en tres pueblos cubanos.

Ahora bien, la intervención al patrimonio arquitectónico sugiere acciones para su conservación, restauración, rehabilitación o reutilización respetando valores históricos, estéticos y funcionales. Aunque, pese a las ventajas ambientales, sociales y culturales que ofrece, tiene una serie de impedimentos que suponen un reto para su recuperación y tratamiento especial de preservación total. Madrid (2019) hace una interpretación importante sobre las ideas de restauración de Cesare Brandi, que explicaba que la obra de arte debía ser restablecida en su unidad potencial, tanto como fuera posible, sin cometer falsificación artística o histórica que borrara la huella del pasado, que como método requiere de la observación, descripción, medición y cuantificación.

Seguido, la investigación de Babaglio (2022) propone una metodología de estudio previo a intervención sostenible sobre el patrimonio arquitectónico que combina levantamientos arquitectónicos, estudios histórico-constructivos y diagnósticos socioeconómicos. Lo que se relaciona con el estudio de adaptabilidad en edificios patrimoniales de Gómez y Cirvini (2022) al establecer una técnica para evaluar cómo las características materiales del edificio se relacionan con la posibilidad de admitir cambios, en particular respecto al uso, concluyendo que el potencial de adaptabilidad material (PAM) se puede organizar y jerarquizar en grupos variables operacionales que evalúen las condiciones y características materiales propias o inherentes a los edificios.

En cuanto a metodologías, Sánchez (2021) se basa en la interpretación de fuentes primarias y secundarias para reflexionar sobre el devenir del legado residencial en barrios históricos, evidenciando retos y posibles respuestas frente a la integración de nueva arquitectura en contextos patrimoniales. Más allá de su valor cultural, el patrimonio arquitectónico puede ser visto como un recurso no renovable y sostenible para el desarrollo urbano y social. Su conservación y reutilización contribuyen a la revitalización de áreas urbanas, al turismo cultural y a la generación de identidad local. Alrededor, Menciona Pérez (2017) que la gestión de la arquitectura patrimonial, especialmente de los centros

históricos, requiere de perfiles profesionales que no solo prevean por la rehabilitación, regeneración y renovación, sino que conserven el legado y la memoria histórica de las edificaciones.

De acuerdo con Maldonado, Rivera y Vela (2005), los estudios previos y el diagnóstico riguroso antes de cualquier intervención, desde un enfoque histórico-artístico, de análisis constructivo, forma parte del proceso de restauración, señalando la importancia de la participación de todas las disciplinas pertinentes y la coordinación profesional en el proceso. En concordancia, el estudio sobre el Convento de Santa Clara de Asís demuestran que la investigación histórica es fundamental para identificar técnicas constructivas originales y transformaciones a lo largo del tiempo, evitar intervenciones inadecuadas que alteren la autenticidad material y establecer políticas de gestión basadas en análisis cronológicos de usos y modificaciones y que omitirlo genera costos económicos y ambientales al rehacer intervenciones fallidas (García, 2015).

Lo anterior, va de la mano de lo expuesto por Otero-Ortega y Bravo (2019) en que los proyectos de construcción sostenible se destacan por la reutilización de residuos sólidos de demoliciones, sistemas innovadores para reprocesamiento de escombros y reducción de huella de carbono mediante materiales locales. De acuerdo con Carmona (2009) la arquitectura debe contribuir a mejorar el entorno natural y social y no limitarse a satisfacer necesidades estéticas y funcionales, proponiendo la fusión de arquitectura y sustentabilidad como alternativa necesaria, entendiendo la sustentabilidad como equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad de regeneración del entorno.

La metodología que propone Carmona, basada en el diagnóstico del entorno natural y social, incorporación de principios ecológicos desde la etapa de diseño, la evaluación del ciclo de vida de materiales y la planificación del fin de vida útil del edificio (Reutilización o reciclaje), presenta un panorama importante en el estudio de la relación entre arquitectura y sostenibilidad. De la mano, Campos (2020) presenta el reciclaje arquitectónico como un recurso sostenible para reutilizar las construcciones obsoletas en desuso y disminuir las consecuencias en el medio ambiente, teniendo en cuenta que el concepto se orienta al cambio de funciones de los edificios patrimoniales para usos modernos, adaptados a

entornos presentes. Si bien, los términos reciclaje, restauración o rehabilitación parecen sinónimos, es importante entender que la diferencia está en los cambios de la intervención en función a nuevos usos. Que incluso puede ser una práctica para atender el déficit habitacional (Guerra y Julcahuanca, 2024) o en el caso de edificios industriales una estrategia de intervención urbana para construir un entorno habitable, apto para la convivencia y el disfrute de los ciudadanos (Marroquín, 2018).

El reciclaje de edificios va de la mano de las intervenciones arquitectónicas; investigaciones sobre la arquitectura sostenible presentan un panorama importante a tener en cuenta. Análisis como los presentados por Ascanio-Rangel (2021) en el que menciona que la revitalización de espacios hace que las personas vuelvan a su entorno, generando un crecimiento de oportunidades sociales, culturales y económicas, en el caso de la renovación arquitectónica y urbanística en Varsovia, Polonia, muestran lo relevante que es generar métodos o estrategias en el que la sostenibilidad sea un elemento indispensable en la proyección arquitectónica, desde el diseño o la intervención. Castellanos-Ruiz (2022) utilizó una metodología basada en problemas, desde tres áreas del diseño (urbano, arquitectónico y constructivo) para analizar el impacto de la arquitectura sostenible en un contexto patrimonial, con esto generar una intervención urbana para activar el espacio público, a través de la implementación de técnicas constructivas y materiales sostenibles en la intervención al teatro municipal de Zipaquirá.

Ejemplos de proyectos de intervención sostenible en arquitectura patrimonial como la Regeneración Urbana Donceles, en Cancún, México, son paradigmáticos en términos de recuperación del tejido urbano mediante estrategias sostenibles. El proyecto intervino una zona histórica de Cancún que, pese a su valor simbólico y arquitectónico, había sido marginada por los desarrollos turísticos, desde un enfoque sostenible - como la mejora de la infraestructura verde, el uso de pavimentos permeables y sistemas de captación de agua— sino también en la dimensión social. La regeneración no expulsó a las comunidades originarias, sino que fortalece la identidad barrial, mejora la movilidad peatonal y ciclista, y recupera espacios públicos para el encuentro comunitario, de esta manera, el proyecto se alinea con una visión de sostenibilidad urbana integral, donde la preservación del patrimonio urbano se convierte en eje de desarrollo social, cultural y ambiental.

Otro ejemplo es la transformación del Gasómetro 5 en Montevideo que representa una intervención ejemplar en cuanto a eficiencia energética aplicada a estructuras industriales patrimoniales. Originalmente concebido como parte del sistema de almacenamiento de gas de la ciudad, el edificio ha sido reconvertido sin perder su carácter volumétrico ni su materialidad histórica. Se integraron tecnologías pasivas y activas de climatización, fachadas ventiladas, paneles solares y sistemas de control lumínico automatizado. Este caso evidencia cómo la arquitectura patrimonial puede ser adaptada a nuevos usos sin renunciar a su esencia formal, y cómo las tecnologías de eficiencia energética pueden ser implementadas en contextos históricos sin generar rupturas estéticas ni simbólicas. La intervención de Gasómetro 5 redefine la noción de “conservación” al incorporar la sostenibilidad como criterio central del proyecto arquitectónico.

Por su parte, la restauración del Centro Cultural "Las Gilces" es un ejemplo significativo de cómo la sostenibilidad puede estar profundamente anclada en las tradiciones constructivas locales. Este proyecto se ejecutó respetando los sistemas constructivos vernaculares, como el uso de madera y caña guadua, materiales de bajo impacto ambiental y alta disponibilidad en la región. Además, el proyecto incorpora técnicas bioclimáticas como ventilación cruzada, cubiertas ventiladas y control solar pasivo. La sostenibilidad aquí no se limita a los componentes técnicos, sino que se extiende al proceso participativo, donde la comunidad fue agente activa de la rehabilitación del espacio. El centro no solo conserva la arquitectura tradicional, sino que la revaloriza como parte del patrimonio vivo, integrando saberes ancestrales con principios contemporáneos de sustentabilidad.

Aunque no es un edificio patrimonial en el sentido tradicional, el Commerzbank Tower es relevante por haber sido el primer rascacielos ecológico del mundo y por su impacto en el debate sobre sostenibilidad en edificios de gran escala y alto valor simbólico. El diseño incorpora un innovador sistema de jardines internos que promueven la ventilación natural, reduciendo la necesidad de sistemas de aire acondicionado. Además, la reutilización de materiales durante la construcción y la gestión eficiente del agua y la energía convierten a este proyecto en un referente de arquitectura verde. Aunque su carácter patrimonial es más contemporáneo —representando una nueva era de construcciones verticales sostenibles—, su intervención redefine el concepto de monumento urbano desde la perspectiva ambiental, y plantea nuevas formas de valorar la arquitectura en función de su relación con el entorno ecológico.

Un último ejemplo fue el proyecto de Jardines Botánicos de Phipss, en Pittsburgh, USA, que fusionó magistralmente la conservación patrimonial y la arquitectura sostenible. Los Jardines Botánicos de Phipps, construidos originalmente a finales del siglo XIX, han sido objeto de múltiples intervenciones que buscaron preservar su valor histórico al tiempo que lo convierten en un modelo educativo y ambiental. La estrategia de intervención se basa en la autosuficiencia energética, el tratamiento in situ de aguas residuales, y el uso exclusivo de materiales no tóxicos y reciclados. A diferencia de otras restauraciones que priorizan la imagen o la función, este proyecto adopta una postura pedagógica: hacer del patrimonio un espa-

ucio para formar conciencia ambiental. Así, se transforma en un nodo articulador entre memoria cultural, responsabilidad ecológica y compromiso educativo.

Por último, es necesario mencionar el marco normativo que regula las intervenciones en las edificaciones en Colombia. Se debe tener en cuenta la ley 397 de 1997 (Ley General de Cultura) que establece los principios fundamentales para la protección del patrimonio cultural colombiano. La resolución 0989 de 2019 define parámetros técnicos para proyectos en edificaciones existentes, incluyendo aquellas de valor patrimonial, regulando aspectos como la conservación y adecuación. Además, el decreto 2113 de 2019, establece criterios para la evaluación e intervención de edificaciones patrimoniales de adobe y tapia pisada.

### 3.5. Marco normativo para la intervención del patrimonio arquitectónico

La intervención del patrimonio arquitectónico en Colombia se encuentra regulada por un conjunto de disposiciones normativas de carácter internacional, nacional y local, orientadas a garantizar la conservación de los valores históricos, culturales y arquitectónicos de los bienes inmuebles, así como su adecuada integración a las dinámicas contemporáneas de uso. Este marco normativo constituye un referente fundamental para la formulación de propuestas de intervención sostenible en edificaciones patrimoniales.

A nivel internacional, documentos como la Carta de Venecia (1964) y las recomendaciones del ICOMOS establecen principios generales para la conservación y restauración del patrimonio construido, enfatizando la mínima intervención, la reversibilidad de las acciones y el respeto por la autenticidad del bien. Estos lineamientos promueven intervenciones compatibles con los sistemas constructivos originales y desaconsejan alteraciones que comprometan la integridad histórica del inmueble, principios que resultan especialmente pertinentes en procesos de retrofit arquitectónico.

En el contexto nacional, la Ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008, constituye el principal instrumento legal para la protección del patrimonio cultural en Colombia. Esta normativa define los Bienes de Interés Cultural (BIC) y establece los criterios generales para su conservación, intervención y manejo, reconociendo la necesidad de compatibilizar su preservación con usos contemporáneos. Asimismo, el Decreto 1080 de 2015 compila la normativa del sector cultura y especifica los tipos de intervención permitidos en bienes patrimoniales, diferenciando entre conservación, restauración, adecuación funcional y obras nuevas compatibles.

En el ámbito local, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) 2002 del municipio de Popayán y las disposiciones específicas sobre patrimonio arquitectónico definen las condiciones urbanísticas y los lineamientos de intervención aplicables a inmuebles con valor patrimonial, tanto dentro como fuera del centro histórico. Si bien, el centro histórico cuenta con una reglamentación más estricta, el documento normativo reconoce la existencia de edificaciones con valor patrimonial en sectores no protegidos, las

cuales requieren criterios técnicos que orienten su conservación y adaptación funcional. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar propuestas de intervención que, aun cuando no estén sujetas a un régimen de protección estricta, respeten los valores patrimoniales del inmueble y contribuyan a su preservación.

En este sentido, el marco normativo vigente no solo establece restricciones, sino que también abre la posibilidad de intervenciones sostenibles que mejoren las condiciones de habitabilidad y desempeño ambiental de las edificaciones patrimoniales, siempre que se mantenga la coherencia con sus valores arquitectónicos. La propuesta de intervención desarrollada en esta investigación se fundamenta en estos lineamientos, integrando criterios normativos con principios de sostenibilidad y arquitectura bioclimática, con el fin de demostrar que la conservación del patrimonio arquitectónico puede abordarse desde una perspectiva activa y compatible con las exigencias contemporáneas.

# Estrategia metodológica de investigación-creación aplicada al patrimonio construido

# Cap 4

La presente investigación adopta un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos, orientado a la recolección, procesamiento y análisis de datos objetivos que permitan evaluar las condiciones físicas, ambientales y funcionales de una casa republicana patrimonial ubicada en Popayán. Este enfoque metodológico dual resulta pertinente para estudios sobre patrimonio construido, donde convergen dimensiones mensurables (parámetros térmicos, lumínicos, energéticos) y aspectos cualitativos (valores históricos, estéticos, simbólicos) que requieren aproximaciones complementarias (Creswell & Plano Clark, 2018).

La metodología cuantitativa posibilita cuantificar el desempeño ambiental del inmueble mediante mediciones in situ y simulaciones computacionales, generando datos objetivos que fundamentan las decisiones de diseño. Paralelamente, el componente cualitativo permite interpretar valores patrimoniales, contextos históricos y criterios de intervención derivados de la teoría de la conservación (Groat y Wang, 2013). Esta integración metodológica resulta coherente con el enfoque de investigación-creación adoptado, donde el análisis técnico y la propuesta proyectual se retroalimentan continuamente.

El diseño metodológico se define como descriptivo-propositivo. En su fase descriptiva, se realizó un diagnóstico técnico integral que caracteriza el estado actual del inmueble desde perspectivas arquitectónica, patrimonial y ambiental. En su fase propositiva, se formulan lineamientos de retrofit sostenible orientados a mejorar el desempeño ambiental del edificio sin alterar su autenticidad ni sus valores patrimoniales, siguiendo principios establecidos por organismos internacionales como ICOMOS y experiencias documentadas en contextos similares (Webb, 2017; Roberti et al., 2015).

### 4.1. Métodos y procedimientos

La metodología combina herramientas de diagnóstico técnico y simulación energética, articuladas mediante un proceso que contempla observación directa, mediciones in situ, análisis documental y modelación digital. Este enfoque multiinstrumental permite triangular información desde diferentes fuentes, fortaleciendo la validez de los hallazgos (Yin, 2018). El procedimiento metodológico se organiza en tres etapas secuenciales que avanzan desde el conocimiento del contexto hacia la formulación de la propuesta de intervención sostenible.

*4.1.1. Etapa I. Diagnóstico climático y de confort ambiental*

Esta primera fase busca comprender el comportamiento térmico, lumínico y ambiental del inmueble a partir de mediciones empíricas y datos climáticos locales. La caracterización bioclimática de edificaciones existentes constituye un paso fundamental para identificar deficiencias ambientales y oportunidades de mejora mediante estrategias pasivas (Givoni, 1998; Carlucci et al., 2015).

4.1.1.1 Actividades específicas

- Levantamiento de información meteorológica: Se recopilaron datos sobre temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, y radiación solar de la zona de estudio mediante fuentes oficiales (IDEAM) y herramientas de análisis climático como Bioclimarq 2023, desarrollada por Gómez-Azpeitia et al. (2023). Esta información permite caracterizar el contexto climático local y establecer estrategias bioclimáticas apropiadas mediante diagramas de Givoni y cartas solares (Olgyay, 1963).
- Medición de variables ambientales interiores: Se realizaron mediciones sistemáticas de temperatura, humedad relativa, ventilación, calidad del aire (concentración de $CO_2$), iluminación natural y condiciones acústicas mediante instrumentación especializada. Los equipos utilizados incluyeron:

·Medidor ambiental multiparamétrico 4 en 1
·Monitor de temperatura y dióxido de carbono ($CO_2$)
·Cámara termográfica para análisis de puentes térmicos y pérdidas energéticas
·Luxómetro para evaluación de iluminación natural
·Sonómetro para caracterización acústica

Este protocolo de medición se fundamenta en estándares internacionales como ASHRAE 55 (2020) para confort térmico y EN 12464-1 para iluminación, permitiendo una evaluación integral del confort ambiental interior del inmueble (ASHRAE, 2020).

- Identificación de zonas críticas: A partir de las mediciones, se identificaron espacios con sobrecalentamiento, ventilación insuficiente o niveles de iluminación inadecuados, utilizando mapas térmicos y gráficos comparativos que evidencian las variaciones espaciales del confort ambiental.
- Evaluación del comportamiento térmico de materiales: Se analizaron las propiedades térmicas de los materiales constructivos existentes (ladrillo, teja de barro, madera, mortero), considerando sus características de masa térmica, conductividad térmica y reflectancia solar. Esta evaluación se fundamenta en bases de datos técnicas y literatura especializada sobre propiedades de materiales tradicionales (Asdrubali, Baldassarri y Fthenakis, 2013).

Esta etapa permite establecer una línea base del desempeño ambiental del inmueble, constituyendo el fundamento técnico para formular estrategias de intervención bioclimática compatibles con su carácter patrimonial.

*4.1.2. Etapa II. Análisis arquitectónico, patrimonial y normativo*

La segunda etapa se enfoca en la caracterización formal, funcional, histórica y normativa del inmueble, reconociendo que toda intervención en patrimonio debe fundamentarse en un conocimiento profundo del bien y su contexto (Maldonado, Rivera y Vela 2005). Este enfoque responde a los principios de investigación previa establecidos por documentos como la Carta de Cracovia (2000), que enfatiza la necesidad de estudios multidisciplinarios antes de cualquier intervención patrimonial.

4.1.2.1. Acciones principales

- Análisis tipológico y morfológico: Se realizó el estudio del tipo de planta, orientación, morfología volumétrica y materiales constructivos originales mediante levantamiento arquitectónico detallado, análisis planimétrico y documentación fotográfica. Este análisis permite comprender la lógica espacial y constructiva del inmueble republicano y su relación con el contexto urbano.
- Identificación de limitaciones normativas: Se revisaron las limitaciones patrimoniales y normativas que condicionan las intervenciones, considerando la Ley 397 de 1997 (Ley General de Cultura), el Decreto 2113 de 2019 (que reglamenta los Bienes de Interés Cultural) y la Resolución 0989 de 2019. Aunque el inmueble no posee declaratoria formal de protección, estos marcos normativos sirven como referencia técnica para orientar intervenciones respetuosas (Ministerio de Cultura, 2019).
- Revisión documental e histórica: Se consultaron fuentes primarias y secundarias sobre la historia del inmueble, incluyendo los usos que ha tenido y su evolución funcional en el tiempo. Esta investigación histórica resulta fundamental para comprender las transformaciones del edificio y tomar decisiones informadas sobre su conservación.
- Registro del estado de conservación: Se documentó el estado de conservación de elementos estructurales, decorativos y constructivos mediante fichas técnicas, identificando patologías, deterioros y alteraciones. Este registro sistemático permite priorizar intervenciones y establecer criterios de compatibilidad material (ICCROM, 2022).

Esta etapa delimita los márgenes de acción técnica permitidos para formular un modelo de retrofit compatible con la esencia arquitectónica republicana, equilibrando conservación y actualización funcional.

*4.1.3. Etapa III. Formulación del modelo de intervención sostenible*

A partir de los resultados del diagnóstico, se desarrolla una propuesta técnica que incorpora estrategias pasivas y de bajo impacto, fundamentadas en los principios de reversibilidad, compatibilidad, discreción y sostenibilidad establecidos tanto por la teoría de la conservación como por la arquitectura bioclimática contemporánea.

4.1.3.1. Ejes estratégicos de intervención

- Ventilación natural: Incorporación de aberturas cruzadas y superiores, recuperación de banderolas, rejillas o celosías originales que favorezcan la convección del aire sin alterar la composición estética. Esta estrategia se fundamenta en principios de ventilación natural aplicables a climas templados (Chen, Tong y Malkawi, 2017).
- Control solar y térmico: Implementación de aleros ampliados, dispositivos de sombreado regulables, vegetación perimetral estratégica y cubiertas ventiladas como barreras bioclimáticas. El control solar constituye una de las estrategias pasivas más efectivas en climas con alta radiación.
- Iluminación natural: Diseño de tragaluces con materiales difusos y optimización de vanos altos para incrementar la entrada de luz sin modificar la techumbre ni las fachadas principales. La iluminación natural reduce consumos energéticos y mejora la calidad espacial (Carlucci et al., 2015).
- Gestión sostenible del agua: Captación de aguas lluvias, sistemas de riego eficiente mediante goteo y jardines de lluvia en zonas exteriores. Estas estrategias reducen la demanda de agua potable y gestionan escorrentías urbanas.
- Integración paisajística: Aprovechamiento del jardín perimetral como herramienta de regulación climática mediante especies nativas, pavimentos permeables y vegetación que contribuya a la creación de microclimas de confort. El diseño bioclimático del paisaje complementa las estrategias arquitectónicas.

**4.1.3.2. Herramientas de evaluación**

Para evaluar el impacto de las estrategias propuestas, se utilizan simulaciones energéticas mediante software especializado (DesignBuilder, EnergyPlus, Ecotect), que permiten cuantificar mejoras en confort térmico y reducción de demanda energética. Estas herramientas han sido ampliamente validadas en investigaciones sobre retrofit de edificios existentes (Roberti et al., 2015). Complementariamente, se desarrolla una matriz de evaluación multicriterio que analiza la compatibilidad patrimonial, la eficiencia energética y la factibilidad técnico-económica de cada medida propuesta, permitiendo priorizar intervenciones según múltiples variables (Juan, Gao y Wang, 2009).

### 4.2. Instrumentos y variables de estudio

Los instrumentos de recolección y análisis de datos empleados en la investigación comprenden herramientas tanto analógicas como digitales, cuya selección responde a las características específicas del objeto de estudio y a los objetivos planteados:

- Fichas de diagnóstico arquitectónico y patrimonial: Instrumentos estandarizados para registro sistemático de características formales, constructivas, materiales y estado de conservación, siguiendo modelos del Ministerio de Cultura y del ICCROM.
- Equipos de medición térmica y ambiental: Termohigrómetros calibrados, anemómetros digitales, luxómetros de precisión, cámaras termográficas de alta resolución y sonómetros, que permiten caracterizar objetivamente las condiciones ambientales interiores.
- Software de simulación energética: DesignBuilder (interfaz de EnergyPlus), programa validado internacionalmente para análisis de comportamiento térmico de edificaciones, y Ecotect Analysis para estudios de asoleamiento, ventilación natural e iluminación.
- Matriz de evaluación multicriterio: Herramienta de análisis decisional que pondera diferentes variables (patrimoniales, ambientales, económicas, técnicas) para evaluar alternativas de intervención de manera sistemática y transparente.
- Marco normativo patrimonial: Revisión y análisis de legislación colombiana sobre patrimonio cultural (Ley 397 de 1997, Decreto 2113 de 2019, Resolución 0989 de 2019, Decreto 2432 de 2009 PEMP Popayán) y documentos internacionales (Cartas de ICOMOS), que orientan criterios de intervención.

#### *4.2.1. Principios rectores de la intervención*

Toda propuesta derivada de esta investigación se rige por principios fundamentales que guían la conservación del patrimonio arquitectónico, establecidos por la teoría y la práctica internacional (ICOMOS, 1964; Australia ICOMOS, 2013):

- Reversibilidad: Las intervenciones deben ser desmontables sin comprometer la integridad del bien, permitiendo su eventual remoción si futuros estudios así lo determinan (Stovel, 2007).
- Compatibilidad: Se prioriza el uso de materiales y técnicas constructivas compatibles física, química y mecánicamente con los sistemas originales, evitando daños derivados de incompatibilidades materiales.

- Discreción: Los nuevos elementos no deben competir visual ni estructuralmente con la arquitectura existente, manteniendo una relación de subordinación que permita la lectura clara de la autenticidad histórica del inmueble.
- Sostenibilidad: Se promueve la reducción del consumo energético e hídrico mediante soluciones pasivas y adaptativas, integrando criterios ambientales sin comprometer valores patrimoniales (Martínez-Molina et al., 2016).
- Mínima intervención: Se actúa únicamente sobre elementos que presentan deficiencias significativas, evitando transformaciones innecesarias que puedan alterar la integridad del bien (Brandi, 2007).

**4.3. Criterios de evaluación de la propuesta**

La evaluación de la propuesta de intervención se fundamenta en criterios derivados tanto de los objetivos específicos de la investigación como del marco teórico y normativo previamente establecido. Estos criterios permiten valorar objetivamente la pertinencia, viabilidad y efectividad de las estrategias propuestas, constituyendo parámetros de verificación de resultados.

Los criterios se agrupan en tres dimensiones principales que responden a los componentes fundamentales de la intervención sostenible en patrimonio.

*4.3.1. Criterios patrimoniales*

Relacionados con la conservación de los valores arquitectónicos identificados, la preservación de la autenticidad material e histórica del inmueble y la compatibilidad de las intervenciones con los principios de la teoría de la restauración. Incluyen:

·Respeto por la tipología arquitectónica republicana y su lógica espacial
·Conservación de elementos constructivos y decorativos de valor patrimonial
·Reversibilidad y legibilidad de las intervenciones propuestas
·Compatibilidad de materiales y técnicas con los sistemas originales
·Mantenimiento de la integridad volumétrica y formal del inmueble

Estos criterios se fundamentan en documentos internacionales como la Carta de Venecia (1964) y la Carta de Burra (2013), así como en la normativa colombiana aplicable.

*4.3.2. Criterios ambientales*

Orientados a evaluar la mejora del desempeño bioclimático, la optimización del confort térmico y lumínico, y el aprovechamiento efectivo de estrategias pasivas. Comprenden:

·Reducción de la demanda energética para climatización e iluminación
·Mejora cuantificable del confort térmico en espacios habitables
·Optimización de la ventilación natural y calidad del aire interior
·Aprovechamiento eficiente de iluminación natural
·Reducción de la huella hídrica y gestión sostenible del agua
·Mitigación de impactos ambientales asociados a la intervención

La evaluación de estos criterios se realiza mediante simulaciones energéticas, mediciones post-intervención y comparación con líneas base establecidas en el diagnóstico inicial (ASHRAE, 2020).

*4.3.3. Criterios funcionales y de viabilidad*

*Asociados a la adecuación del inmueble a usos contemporáneos, la mejora de la habitabilidad, la organización espacial eficiente y la viabilidad técnico-económica de las intervenciones. Incluyen:*

*·Flexibilidad espacial y capacidad de adaptación a diferentes usos*
*·Mejora de condiciones de accesibilidad universal*
*·Eficiencia en la distribución funcional de espacios*
*·Viabilidad económica y técnica de las soluciones propuestas*
*·Facilidad de mantenimiento y durabilidad de los sistemas implementados*
*·Aceptabilidad social y apropiación comunitaria de la intervención*

*La aplicación sistemática de estos criterios mediante matrices de evaluación multicriterio permite valorar de manera objetiva y transparente los resultados de la propuesta, verificando su efectividad como estrategia de intervención sostenible aplicable a patrimonio arquitectónico en contextos similares (Juan, Gao y Wang, 2009).*

*En síntesis, la metodología propuesta integra rigurosidad técnica, sensibilidad patrimonial y compromiso ambiental, estableciendo una ruta replicable para futuras intervenciones sustentables en el patrimonio republicano de ciudades intermedias colombianas.*

# Capítulo 5

## Diagnóstico integral del caso de estudio: arquitectónico, ambiental y patrimonial

## 5.1. Diagnóstico climático y de confort ambiental

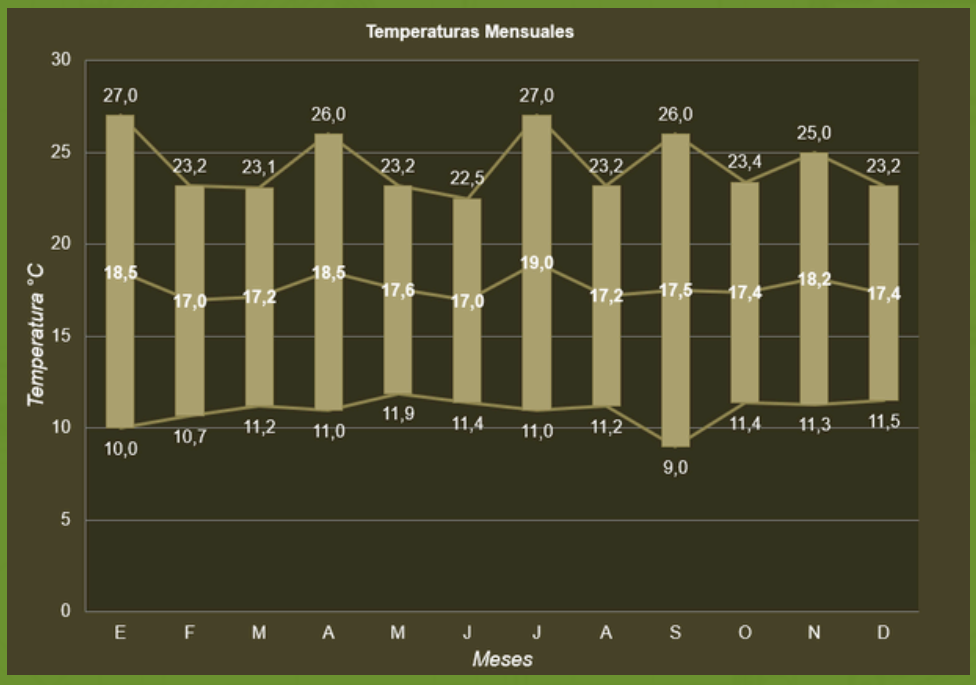
### *5.1.1. Levantamiento de información meteorológica*

Para el desarrollo de este levantamiento, se utilizó una Hoja de cálculo de Excel, desarrollada por Gómez-Azpeitia et al. (2023), denominada Bioclimarq 2023, herramienta que a través de la información suministrada brinda un análisis detallado y, de igual forma, una descripción de las condiciones climáticas, considerando variables como temperatura, humedad, precipitación, vientos, radiación solar y presión atmosférica, los resultados completos de este levantamiento se anexan al documento.

#### 5.1.1.1. Temperatura

Los datos arrojados de temperatura son por mes, evidenciado también por horas, por lo cual se puede determinar que los meses más cálidos son enero, abril, julio, septiembre y noviembre, con temperaturas de 27°C, 26°C, 27°C, 26°C y 25°C, respectivamente, y, que los meses más fríos son enero y septiembre, con temperaturas de 10°C y 9°C respectivamente. Por horas, las temperaturas más altas se encuentran entre las 10:00 y 15:00, las cuales se establecen en temperaturas que oscilan entre 8°C y 14°C en la madrugada y entre 19°C y 27°C en la tarde.

Ilustración 4. Temperaturas mensuales

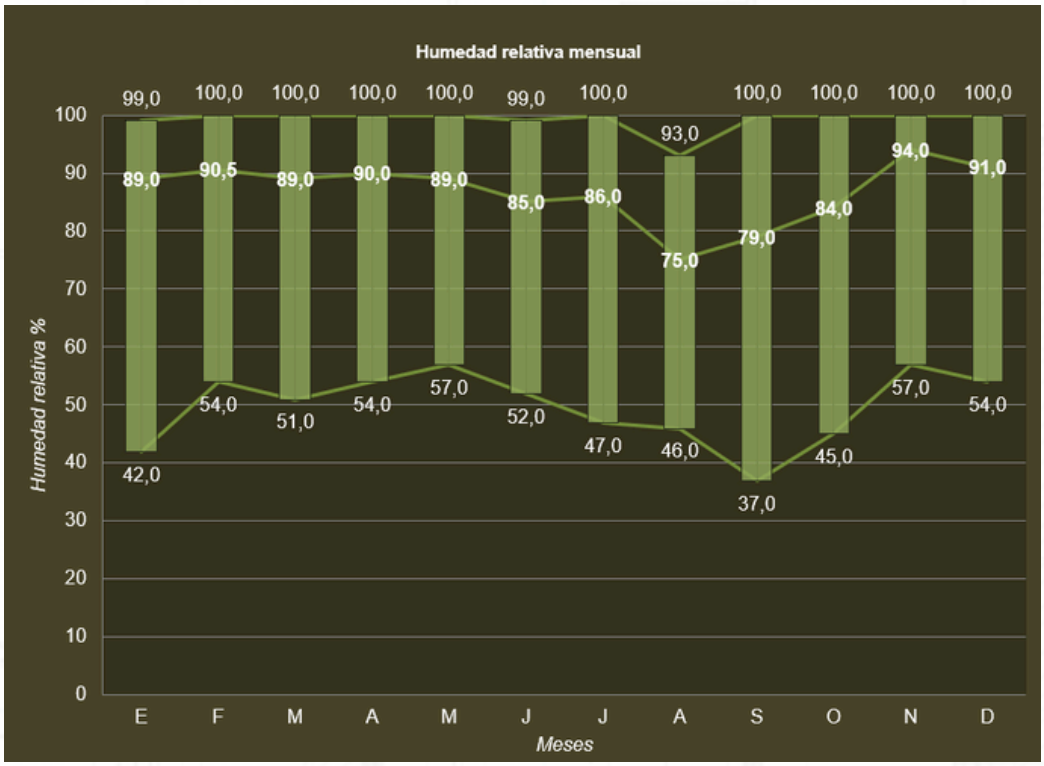



Fuente: elaboración propia

5.1.1.2. Humedad relativa

Según Bioclimarq, la humedad relativa en Popayán, muestra que el mes más seco es septiembre con 37,0%, pero que también, se tiene que, a lo largo del año, en todos los meses se presenta mucha humedad, valores que se comprenden entre 93% y 100% desde enero a diciembre. En cuanto a las horas, se muestra que los valores más altos, entre 90% y 100%, se manifiestan entre las 0:00 y 8:00 horas en todos los meses, y que los valores más bajos, entre 0% y 10 %, ocurren en septiembre entre la 11:00 y 14:00 horas

Ilustración 5. Humedad relativa mensual

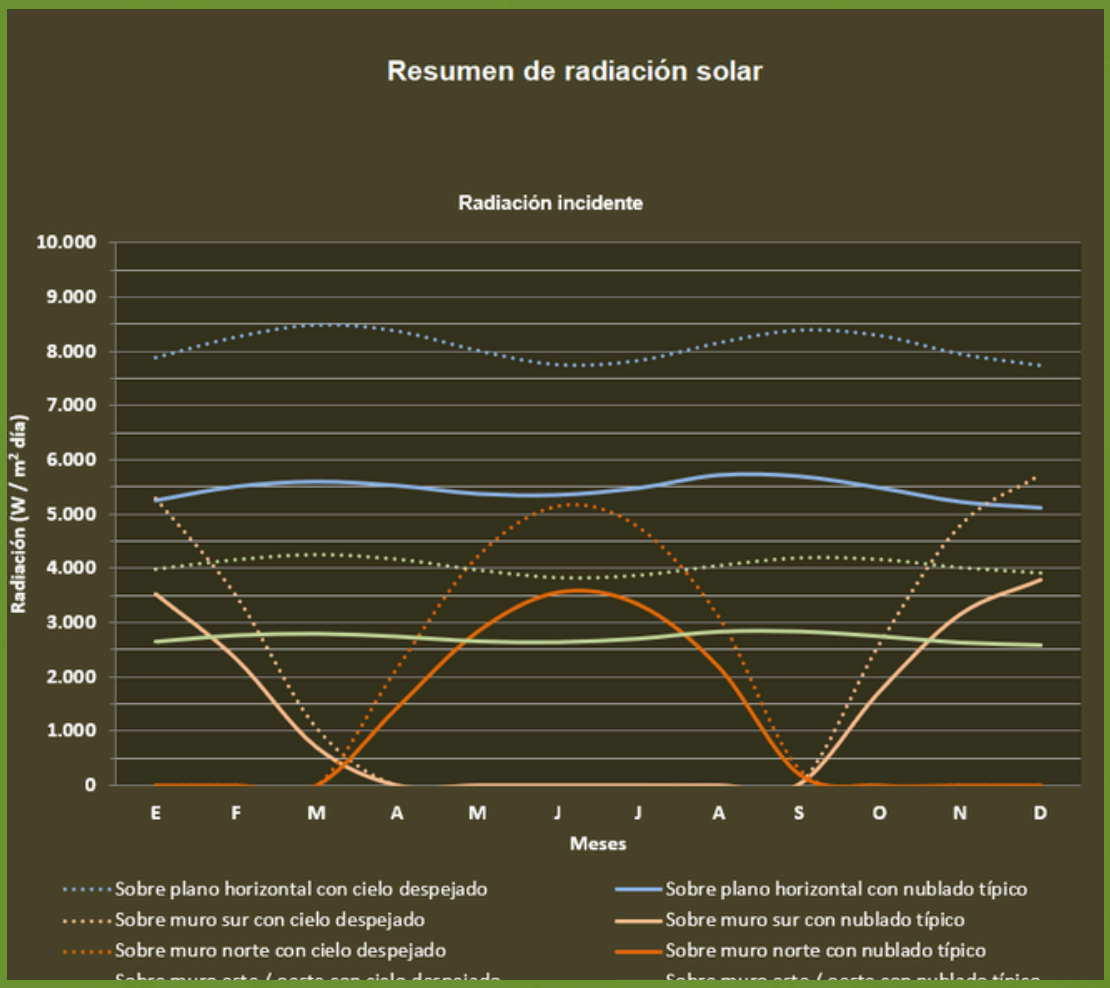



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.3. Radiación solar

La radiación incidente demuestra que la mayor cantidad de radiación es captada sobre plano horizontal con cielo despejado alcanzando un máximo a los 8.500 W/m$^2$ en los meses de febrero, marzo, abril, agosto, septiembre y octubre, y que la menor cantidad de radiación es de 7.800 W/m$^2$ en los meses de enero, mayo, junio, julio, noviembre y diciembre. La variación mensual del brillo solar comparando las horas de sol astronómicas con las horas de sol efectivas, nos permite estimar que la máxima cantidad de horas astronómicas ocurre en mayo y julio con 376 horas de sol al mes, mientras que la mínima se da en febrero con 334 horas de sol al mes. En cuanto a las horas de sol efectivas, se evidencia que en julio y agosto tienen 200 horas de sol al mes y en febrero se da la mínima con 160 horas de sol al mes.

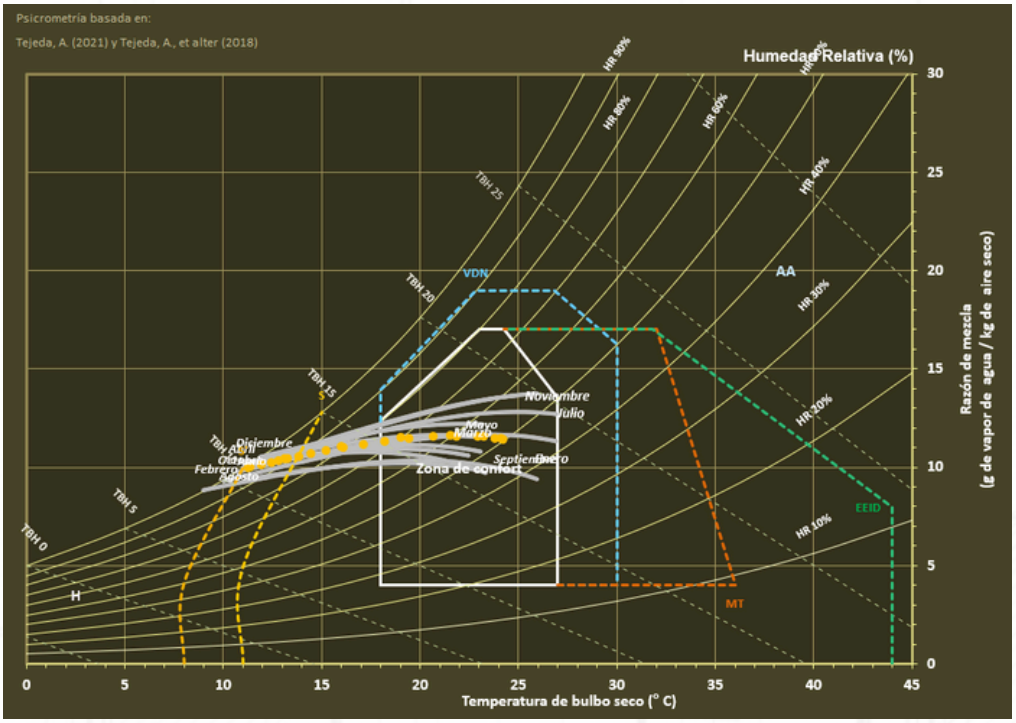
Ilustración 6. Resumen de radiación social




Fuente: elaboración propia

Con base en estos datos, se realiza la definición de la zona de confort, utilizando la Carta de Givoni, desarrollada por el arquitecto y especialista en confort térmico Baruch Givoni para analizar las condiciones climáticas de un lugar y determinar qué estrategias pasivas de diseño son más adecuadas para mantener el confort térmico dentro de una edificación sin depender excesivamente de sistemas mecánicos. Esta carta combina dos variables climáticas fundamentales: Temperatura del aire (°C) y Humedad relativa (%). Al representarlas juntas en un mismo diagrama, es posible conocer en qué condiciones una persona se siente confortable y cuáles estrategias bioclimáticas deben aplicarse cuando el ambiente se encuentra fuera de ese rango de confort.

Ilustración 7. Porcentaje de humedad relativa




Fuente: Elaboración propia

La gráfica de la Carta de Givoni muestra la relación entre la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa. Se observa que la zona de confort se encuentra aproximadamente entre 18°C y 27°C con humedades entre 20% y 80%, por lo cual enero, marzo, mayo y septiembre se encuentran en la zona de confort con temperaturas de 22°C Y 25°C y humedades relativas de 40% y 60%.

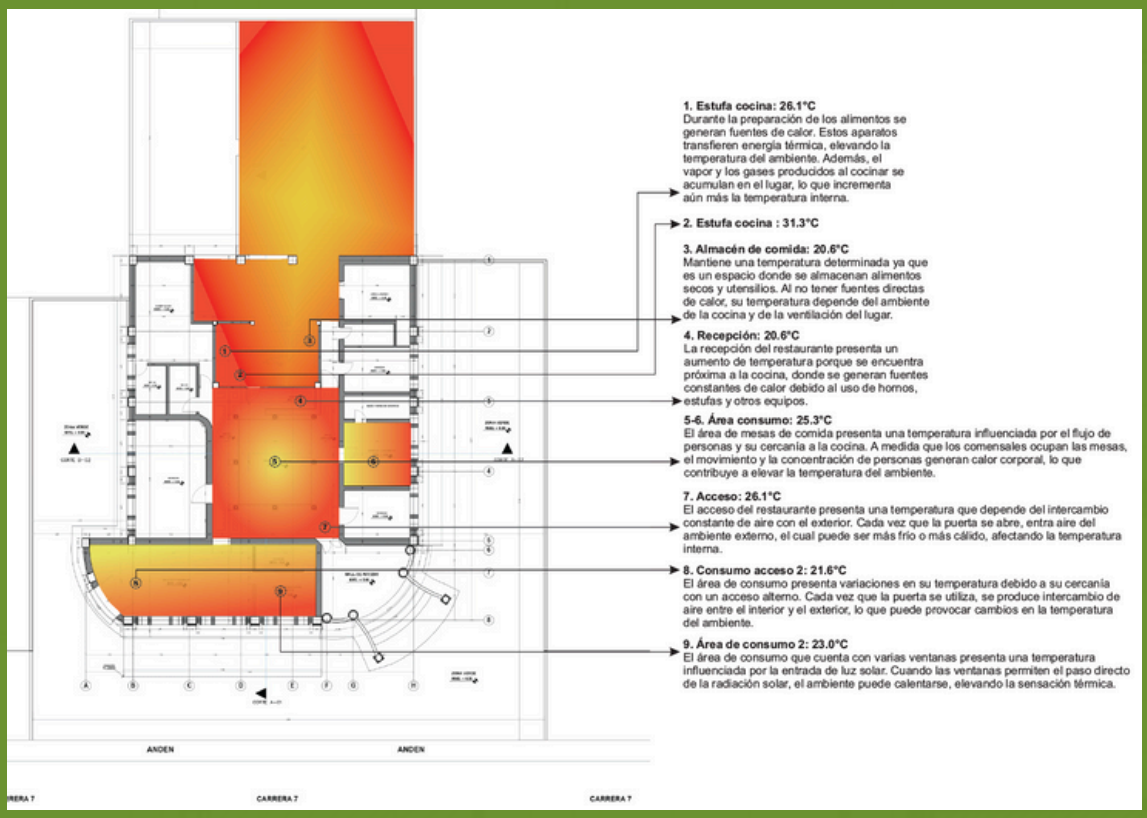
*5.1.2. Medición de variables ambientales interiores*

5.1.2.1. Temperatura

Para comprender el comportamiento térmico del inmueble y cómo responden sus espacios frente al clima de Popayán y qué oportunidades existen para mejorar su confort sin afectar su carácter arquitectónico, se realizó un análisis que combina mediciones reales de temperatura en diferentes áreas interiores y exteriores, lo que permite una lectura integral del funcionamiento térmico de la casa.

Las mediciones se realizaron con equipos portátiles en puntos estratégicos del inmueble, abarcando espacios con funciones distintas: cocina, recepción, zonas de consumo, áreas de almacenamiento, accesos y patios exteriores. Cada registro se tomó en condiciones ambientales normales, permitiendo observar la influencia de la radiación solar, las fuentes internas de calor.

Ilustración 8. Análisis de temperatura interior




Fuente: Elaboración propia

El interior de la casa muestra diferencias térmicas marcadas según el tipo de actividad y los materiales presentes:

-La cocina alcanzó los valores más altos (hasta 31.3°C), por la presencia constante de estufas y hornos.

- Las áreas de almacenamiento permanecieron más estables y frescas (20.6°C), debido a su bajo nivel de exposición térmica.

- El área de consumo y la recepción se ubicaron en un rango intermedio (23–25°C), influenciadas por la actividad humana y su cercanía con la cocina.

-El acceso interior, al estar más expuesto al intercambio con el exterior, registró 26.1°C, evidenciando entradas y salidas de aire caliente a lo largo del día.

Estos patrones muestran cómo el uso de cada espacio define su comportamiento térmico.

Ilustración 9. Análisis de temperatura exterior



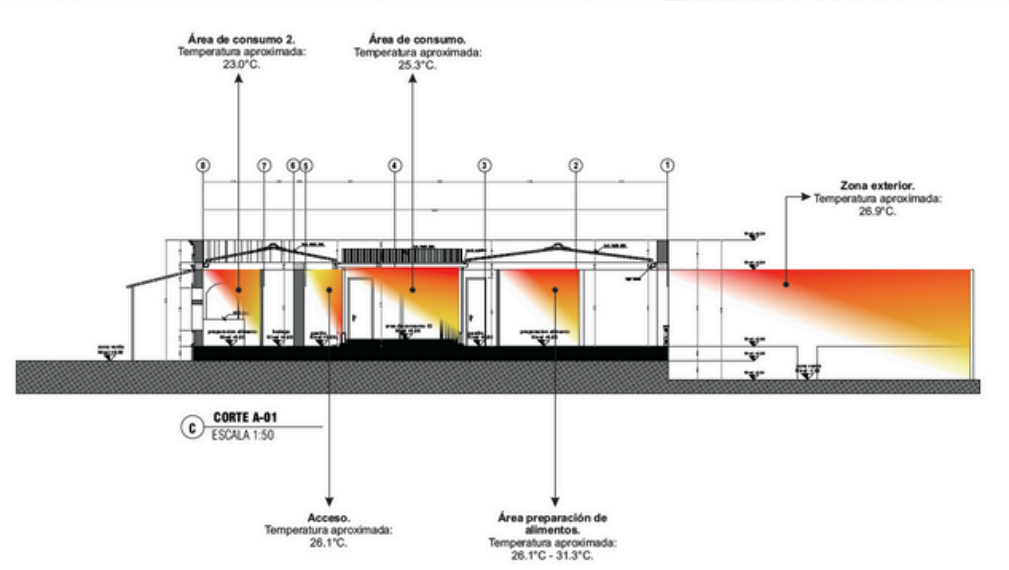

Fuente: Elaboración propia

En el exterior, las temperaturas oscilaron entre 26.9°C y 27.5°C: Las áreas expuestas al sol directo alcanzaron los valores más altos.

-El acceso exterior mostró acumulación de calor por superficies de concreto.

-Las zonas cubiertas con estructura metálica presentaron transmisión térmica hacia abajo, calentando el ambiente inferior. Aquí se evidencia la influencia de la radiación solar y de materiales con baja reflectancia.

Ilustración 10. Análisis de temperatura interior - exterior




Fuente: Elaboración propia

La comparación entre ambos ámbitos revela que:

-Los espacios interiores bien protegidos o sin fuentes de calor resultan más frescos que el exterior.

- Las áreas con actividad intensa o materiales poco aislantes pueden superar con facilidad los 30°C.

- La ventilación cruzada es limitada, lo que reduce la capacidad de disipación del calor acumulado.

-Las aberturas existentes ayudan al intercambio térmico, pero requieren un diseño más eficiente para mejorar su desempeño.

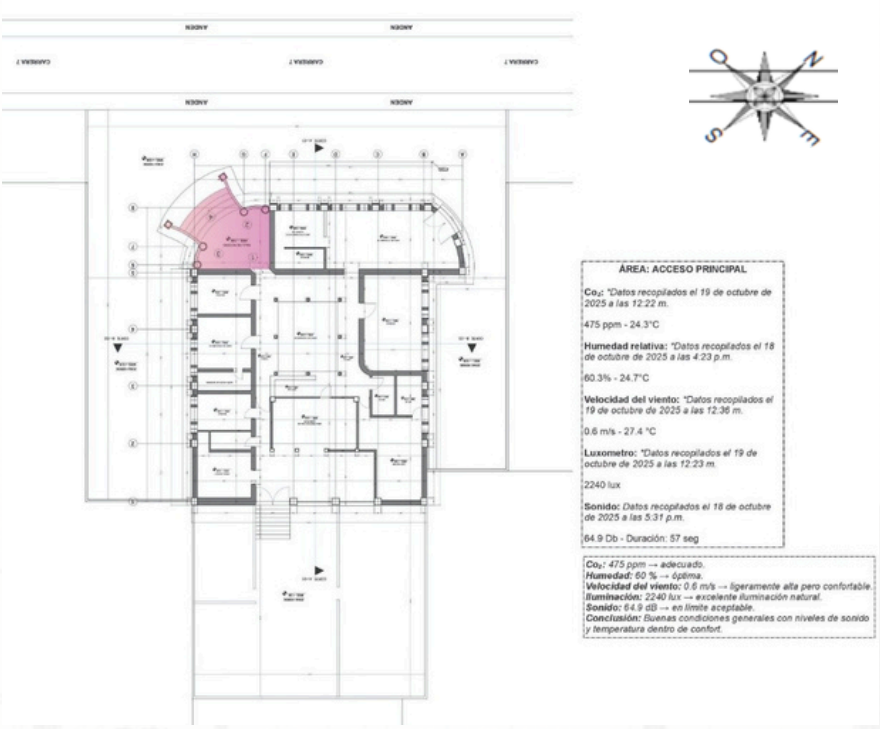
El inmueble presenta un comportamiento térmico que depende en gran medida de su morfología, de la ventilación limitada y de la presencia de fuentes internas de calor.

5.1.2.2 Humedad, iluminación, ventilación, sonido

Para el siguiente análisis se evaluaron las condiciones ambientales de diferentes áreas del establecimiento, teniendo en cuenta variables como la concentración de dióxido de carbono ($CO_2$), la humedad relativa, la velocidad del viento, los niveles de iluminación y el ruido.

Estos factores influyen directamente en el confort, la seguridad y el bienestar de las personas que utilizan los espacios. A partir de los datos obtenidos, se realizó una interpretación de cada zona para identificar fortalezas y posibles aspectos de mejora en cuanto a ventilación, iluminación y condiciones térmicas.

-Ilustración 11. Análisis ambiental área acceso principal

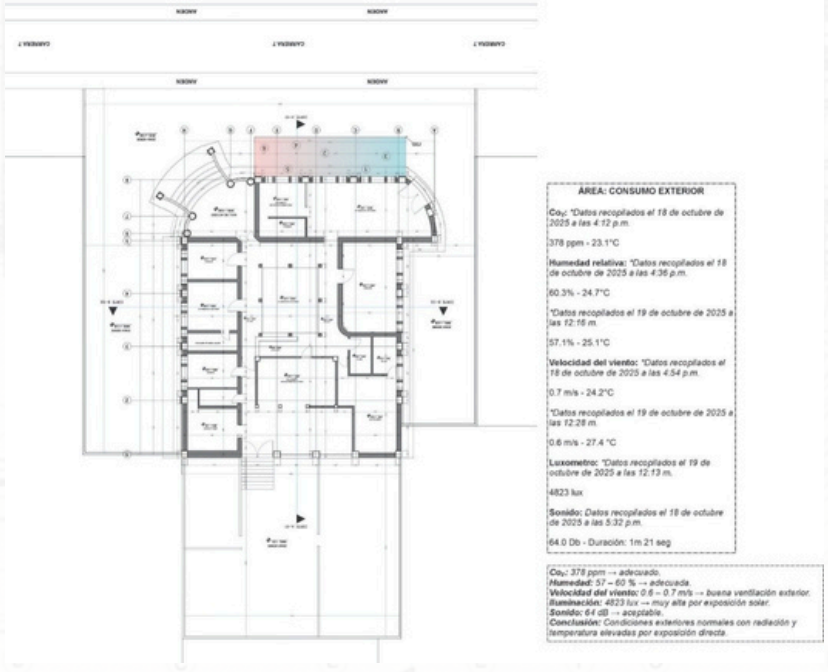



Fuente: Elaboración propia

Área: Acceso Principal

Las condiciones ambientales registradas evidencian un desempeño adecuado del acceso principal: la concentración de $CO_2$ es de 475 ppm, valor que se considera dentro de rangos aceptables para la calidad del aire interior; la humedad relativa alcanza el 60 %, lo que corresponde a un nivel óptimo de confort; la velocidad del viento es de 0,6 m/s, percibida como confortable para los usuarios; y la iluminación natural alcanza los 2240 lux, calificándose como excelente para las actividades de tránsito y permanencia. En cuanto al componente acústico, el nivel sonoro medido es de 64,9 dB, ubicado dentro de los límites aceptables. En conjunto, estos parámetros permiten afirmar que el acceso principal presenta buenas condiciones ambientales generales, con una adecuada ventilación, confort térmico aceptable y un alto aporte de iluminación natural.

Ilustración 12. Análisis ambiental área exterior frontal

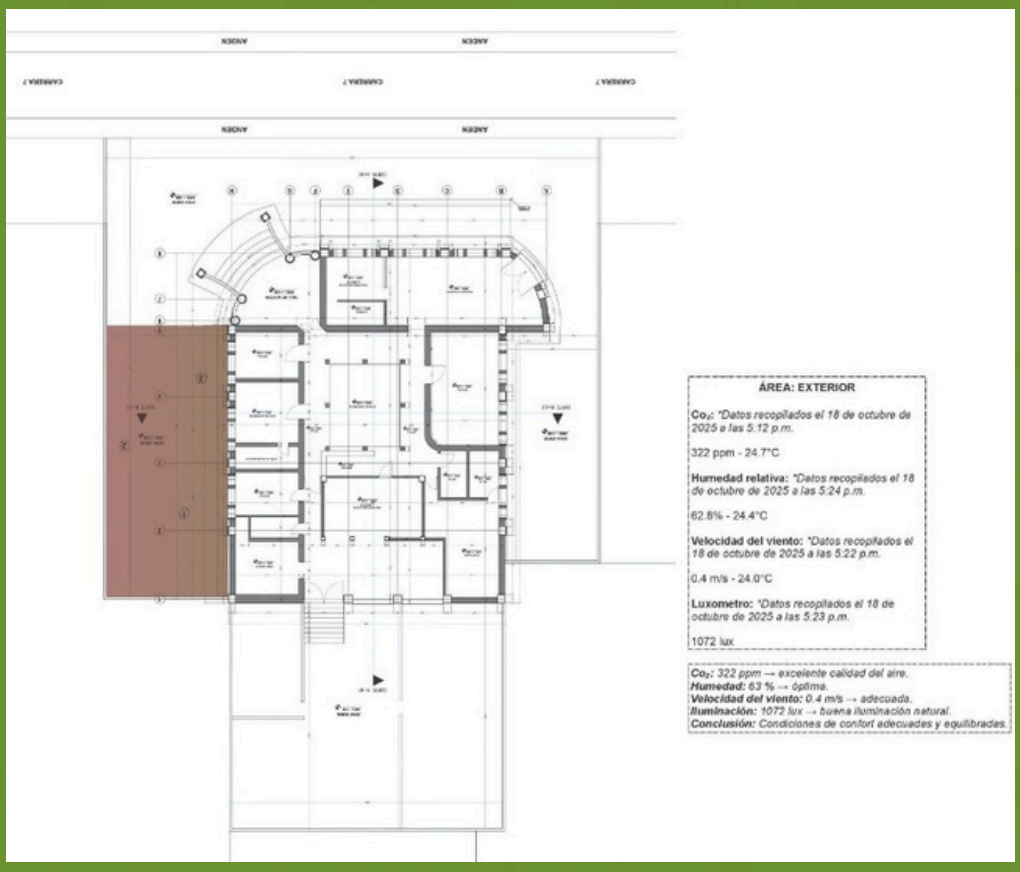



Fuente: Elaboración propia

-Área de Consumo Exterior (Fachada Sur)

El análisis se concentra en la zona sombreada, frente a la Carrera 7, donde se evaluaron las principales variables de calidad ambiental. Los resultados indican que la calidad del aire es adecuada, con una concentración de $CO_2$ de 378 ppm; sin embargo, las temperaturas registradas alcanzan valores elevados, llegando hasta 27,4 °C, lo que puede afectar el confort térmico. En términos de iluminación, se evidencian niveles extremadamente altos, del orden de 4.823 lux, lo que refleja una exposición solar directa e intensa en este sector. La ventilación presenta velocidades de viento entre 0,6 y 0,7 m/s, consideradas favorables para espacios exteriores, mientras que el componente acústico registra niveles de ruido de 64 dB, aceptables dentro de un contexto urbano. En conjunto, se trata de un espacio con buenas condiciones de calidad del aire y control acústico, pero que requiere la incorporación de elementos de protección solar, como aleros o vegetación, para mitigar el sobrecalentamiento y el exceso de brillo.

Ilustración 13. Análisis ambiental área exterior lateral

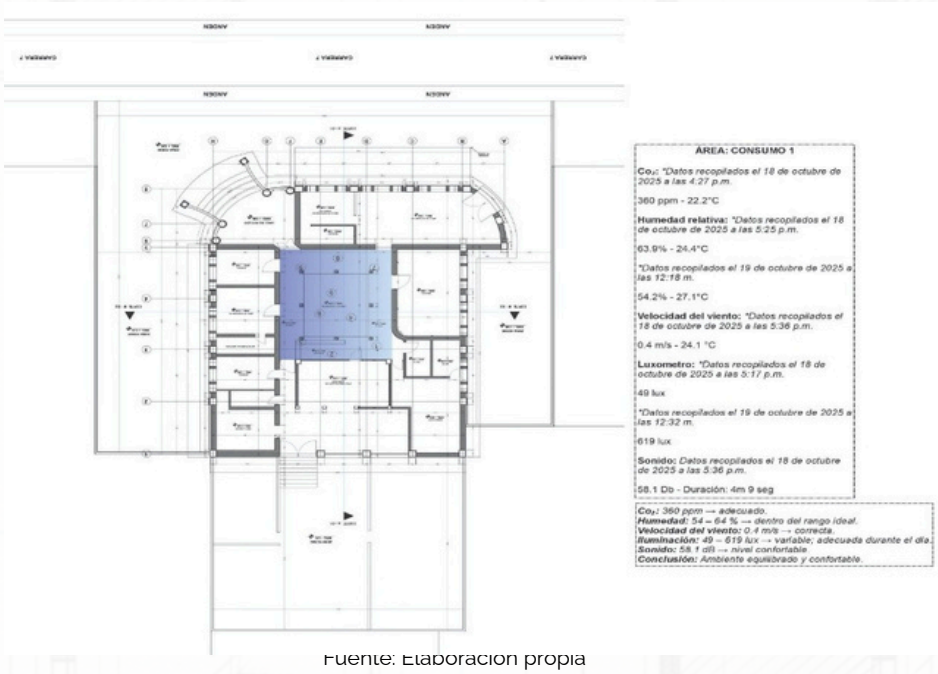



Fuente: Elaboración propia

-Área Exterior (Lateral Oriental)

El análisis corresponde a la zona sombreada identificada en color café en el costado derecho del plano, correspondiente a la zona verde lateral, donde se evidencian condiciones ambientales favorables y equilibradas. La calidad del aire es excelente, con niveles de $CO_2$ de 322 ppm, lo que indica un aire muy limpio, probablemente asociado a la proximidad de áreas verdes. En cuanto al confort térmico, la temperatura se mantiene más moderada y estable, con un valor aproximado de 24,4 °C, acompañada de una humedad relativa óptima del 63 %. La iluminación natural alcanza los 1.072 lux, considerada adecuada y suficiente, sin generar deslumbramientos ni excesos como los registrados en la fachada sur. La ventilación es más suave, con una velocidad del viento de 0,4 m/s, calificada como adecuada para el confort. En conjunto, esta área presenta condiciones ambientales balanceadas, resultando térmicamente más agradable que la fachada frontal y especialmente apta para la permanencia prolongada de los usuarios.

Ilustración 14. Análisis ambiental área 1




Fuente: Elaboración propia

- Área: Consumo 1

Las condiciones ambientales registradas evidencian un ambiente equilibrado y confortable. La concentración de $CO_2$ se sitúa en 360 ppm, valor considerado adecuado para una buena calidad del aire, mientras que la humedad relativa oscila entre el 54 % y el 64 %, manteniéndose dentro del rango ideal de confort. La ventilación presenta una velocidad del viento de 0,4 m/s, calificada como correcta y suficiente para la renovación del aire. En cuanto a la iluminación, se registran niveles variables entre 49 y 619 lux, lo que indica fluctuaciones a lo largo del día, aunque dentro de valores aceptables para el uso del espacio. Finalmente, el componente acústico presenta un nivel sonoro de 58,1 dB, percibido como confortable. En conjunto, el espacio ofrece condiciones ambientales adecuadas, con buen control del ruido, ventilación apropiada y calidad del aire satisfactoria.

Ilustración 15. Análisis ambiental área 2

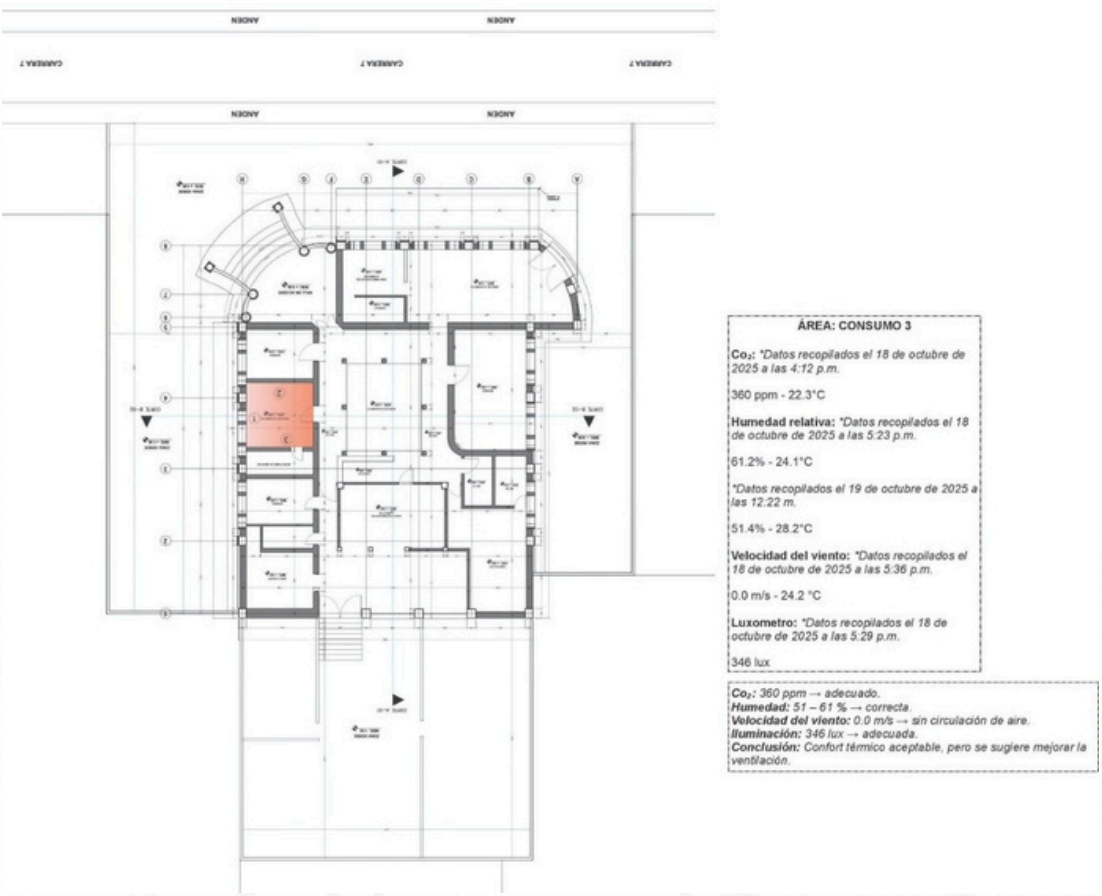



Fuente: Elaboración propia

- Área: Consumo 2

Las condiciones ambientales evaluadas indican una calidad general adecuada del espacio. La concentración de $CO_2$ es de 365 ppm, valor que se mantiene dentro de rangos aceptables para la calidad del aire, mientras que la humedad relativa oscila entre el 51 % y el 63 %, considerada óptima para el confort. La velocidad del viento es de 0,2 m/s, lo que se clasifica como aceptable, aunque con una ventilación percibida como baja. En cuanto a la iluminación, se registran únicamente 109 lux, nivel considerado insuficiente para un uso confortable del espacio. En conjunto, si bien la calidad ambiental es buena, se identifican oportunidades de mejora asociadas principalmente al nivel de iluminación y al control térmico, aspectos que requieren revisión para optimizar el confort general.

Ilustración 16. Análisis ambiental área 3




Fuente: Elaboración propia

-Área: Consumo 3

Las condiciones ambientales registradas muestran una calidad general aceptable del espacio. La concentración de $CO_2$ es de 360 ppm, valor considerado adecuado para la calidad del aire interior, y la humedad relativa se sitúa entre el 51 % y el 61 %, dentro de un rango correcto para el confort. El nivel de iluminación alcanza los 346 lux, lo cual se considera adecuado para el uso del área. No obstante, la velocidad del viento es de 0,0 m/s, lo que evidencia ausencia de circulación de aire. En términos generales, el confort térmico resulta aceptable; sin embargo, se recomienda implementar estrategias que mejoren la ventilación, con el fin de favorecer la renovación del aire y optimizar las condiciones de confort ambiental.

Ilustración 17. Análisis ambiental área posterior




Fuente: Elaboración propia

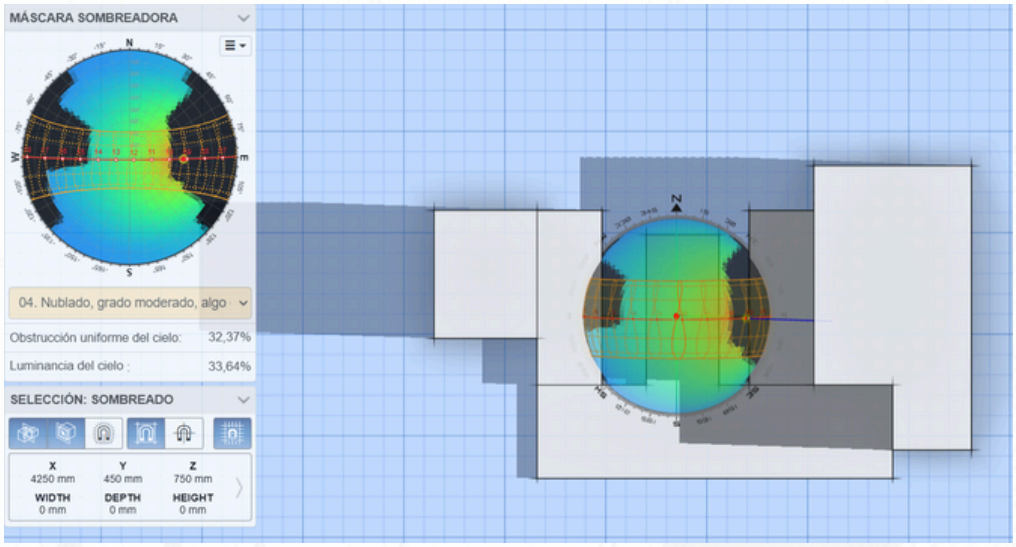
- Área: Cocina – Patio

Las condiciones ambientales evaluadas indican un desempeño aceptable del espacio, con algunos aspectos susceptibles de mejora. La concentración de $CO_2$ es de 403 ppm, valor que se considera adecuado para la calidad del aire; sin embargo, la humedad relativa se encuentra entre el 68 % y el 70 %, ubicándose en un límite alto que puede afectar el confort. La velocidad del viento es de 0,0 m/s, lo que evidencia una falta de ventilación efectiva. En cuanto a la iluminación, se identifican diferencias significativas entre áreas: en la cocina se registran únicamente 53 lux, nivel claramente insuficiente, mientras que en el patio se alcanzan 395 lux, considerados adecuados. En conjunto, aunque las condiciones generales son aceptables, se recomienda mejorar tanto la ventilación como la iluminación en la cocina, con el fin de reducir la humedad y garantizar condiciones adecuadas de uso y confort.

### *5.1.3. Análisis Máscaras de Sombra del Predio*

El análisis de máscaras de sombra constituye una herramienta fundamental para comprender el comportamiento del asoleamiento sobre un predio y anticipar las implicaciones que este fenómeno tiene en términos de confort térmico, eficiencia energética, habitabilidad y potenciales intervenciones bioclimáticas. Para este análisis se utilizó la herramienta de Sombra dinámica del Software de Andrew Marsh, con el cual se pueden obtener el comportamiento del recorrido solar en el sitio, y así evidenciar el tránsito del sol desde el oriente hacia el occidente y la respuesta del entorno construido frente a dicho movimiento.

Ilustración 18. Máscara de sombra a las 9:00 a.m.



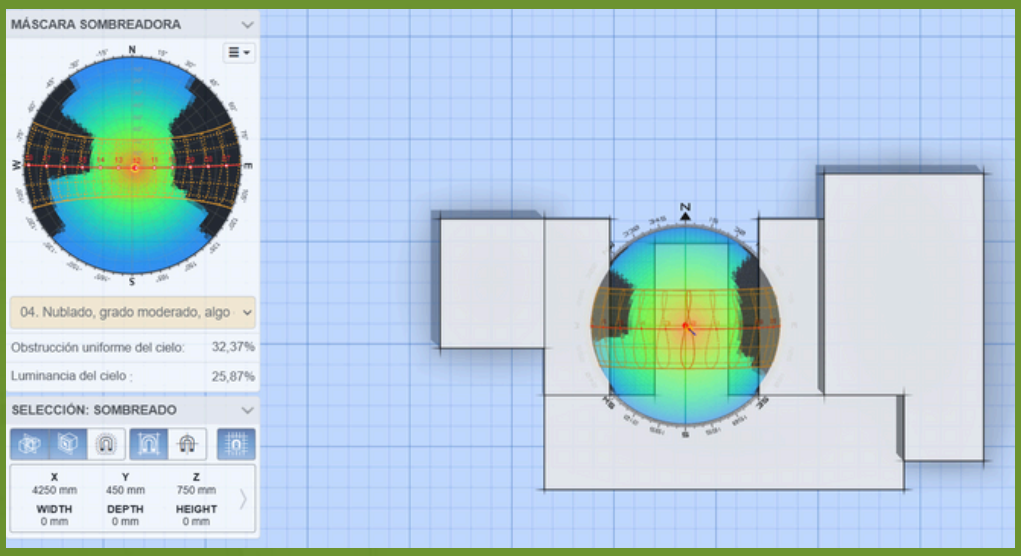

Fuente: Elaboración propia

Durante las primeras horas de la mañana, la sombra proyectada sobre el predio presenta una clara influencia de las edificaciones o elementos ubicados hacia el oriente. En este momento, el sol se encuentra relativamente bajo en el horizonte, por lo que las sombras tienden a ser alargadas y profundas.

El predio permanece bajo sombra significativa, lo que indica la presencia de obstáculos cercanos o volúmenes de altura media a alta que limitan el ingreso temprano de radiación directa. La baja exposición al sol en esta franja horaria reduce la ganancia térmica matutina, lo que puede ser beneficioso en climas cálidos, pero puede representar limitaciones para estrategias pasivas de calentamiento en climas fríos o templados.

Se evidencia una menor disponibilidad de luz natural temprana, lo cual podría influir en el diseño de espacios habitables que dependan de iluminación matutina. Este comportamiento puede favorecer actividades que requieren condiciones de frescura en la mañana, pero puede afectar la percepción de vitalidad o amplitud visual en las zonas orientales del predio.

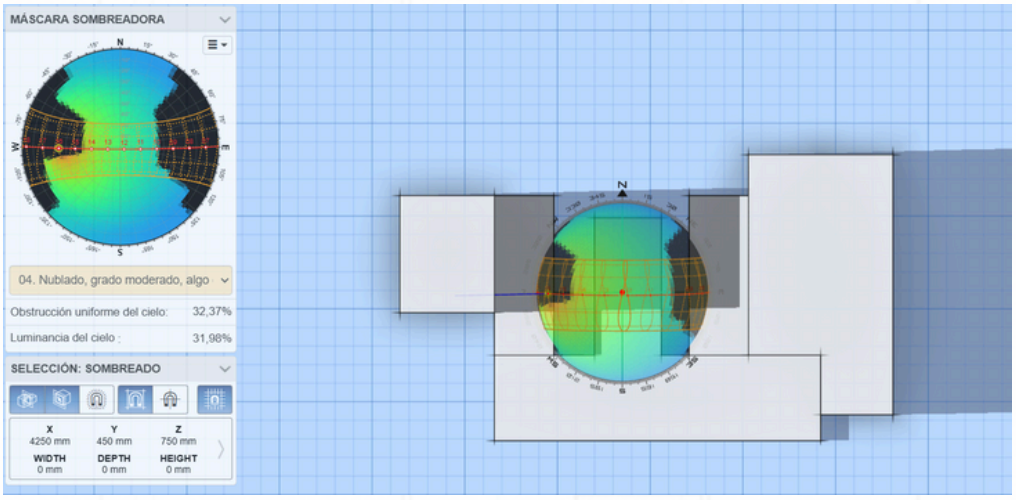
Ilustración 19. Máscara de sombra a las 12:00




Fuente: Elaboración propia

Al mediodía, el sol alcanza su punto más alto en la bóveda celeste. La máscara de sombra correspondiente evidencia una reducción significativa de los paños sombreados, mostrando que el predio recibe una mayor carga de radiación solar directa. Las sombras se vuelven más cortas y se adhieren a la base de los volúmenes que las generan, lo cual indica un mayor ingreso de radiación vertical. La exposición al sol es máxima, convirtiendo esta franja horaria en la de mayor carga térmica sobre el predio. Es un momento crítico para evaluar potenciales sobrecalentamientos, especialmente en espacios con fachadas expuestas hacia el norte o hacia el occidente. Las estrategias bioclimáticas más relevantes a esta hora son: protección solar superior (aleros, parasoles horizontales), materiales de baja absorción térmica, ventilación cruzada para disipar el calor acumulado. El comportamiento observado puede ser aprovechado para instalaciones solares pasivas o activas, optimizando la captación energética.

Ilustración 20. Máscara de sombra a las 4:00 p.m.




Fuente: Elaboración propia

En la tarde, el sol se desplaza hacia el occidente y las sombras vuelven a alargarse, pero ahora proyectadas hacia el lado contrario que en la mañana. La máscara de sombra muestra nuevamente una presencia notable de zonas sombreadas que comienzan a cubrir el predio de manera progresiva.

La radiación solar en esta etapa es predominantemente lateral, lo cual tiende a calentar fuertemente las fachadas occidentales, conocidas por ser las más críticas en términos de ganancia térmica no deseada. Las sombras proyectadas reflejan la presencia de elementos constructivos o vegetación en el costado occidental, que pueden atenuar parcialmente esta radiación.

Las fachadas expuestas hacia el occidente deben contemplar protecciones solares verticales, celosías, corta soles o vegetación densa para mitigar la incidencia directa del sol de la tarde. La presencia de sombra en este horario es especialmente relevante para mejorar la habitabilidad en horas posteriores, evitando acumulación de calor en los espacios interiores.

El conjunto de máscaras de sombra analizado evidencia un comportamiento solar típico, donde la radiación incide con mayor intensidad al mediodía y disminuye en las franjas matutinas y vespertinas debido a la intervención del entorno construido. Este análisis permite relacionar la experiencia del lugar con una visión técnica y sensible, entendiendo que la luz y la sombra no solo condicionan el comportamiento térmico del espacio, sino también su carácter, su temporalidad y su vivencia humana.

### *5.1.4. Evaluación del comportamiento térmico de los materiales*

Para este punto se realizó un análisis con los materiales vistos en el inmueble:

ladrillo de arcilla, teja de barro, madera, vidrio, mortero/concreto, y teniendo en cuenta unas variables clave como son: masa térmica (capacidad calorífica volumétrica), conductividad térmica, reflectancia/absortancia solar y velocidad de respuesta térmica (difusividad). Los valores son representativos y dependen de factores como porosidad, humedad y composición; aquí se presentan rangos típicos y su interpretación práctica.

Tabla 1. Rangos representativos

| Material | Densidad ($Kg/m^3$) | Calor específico ($J/Kg \cdot K$) | Capacidad volumétrica ($J/m^3 \cdot K$) ≈ $\rho \cdot cp$ | Conductividad k ($W/m \cdot K$) | Comportamiento solar / reflectancia |
|---|---|---|---|---|---|
| Ladrillo de arcilla (macizo) | 1 600 – 1 900 | 700 – 900 | $1.1–1.7 \cdot 10^6$ | 0.4 – 1.0 | Absorbe bastante radiación, reflectancia baja |
| Teja de barro | 1 400 – 2 000 | 700 – 900 | $1.0–1.8 \cdot 10^6$ | 0.6 – 1.2 | Absorbe radiación; superficie cerámica puede calentarse mucho |
| Madera (madera estructural/común) | 400 – 800 | 1 200 – 2 000 | $5 \cdot 10^5$ – $1.6 \cdot 10^6$ | 0.08 – 0.25 | Reflectancia variable; poca transmisión solar (opaca) |
| Vidrio (claro, simple) | 2 400 – 2 600 | 700 – 840 | $1.7–2.2 \cdot 10^6$ | 0.9 – 1.1 | Alta transmitancia solar; baja reflectancia sin tratamiento |
| Mortero / concreto (mórtar) | 1 800 – 2 400 | 800 – 1 000 | $1.4–2.4 \cdot 10^6$ | 0.8 – 2.0 | Absorbe radiación; si está en fachada actúa como masa térmica |

Nota: las cantidades en capacidad volumétrica ($J/m^3 \cdot K$) sirven para entender la inercia térmica: cuanto mayor el número, más calor puede almacenar por unidad de volumen y más tarda en calentar/enfriar.

Fuente: Elaboración propia

5.1.4.1. Ladrillo de arcilla

Tiene buena masa térmica (capacidad volumétrica elevada) y conductividad media. Esto lo convierte en un buen amortiguador térmico: almacena el calor durante el día y lo libera lentamente por la noche. En paredes gruesas de ladrillo la variación térmica interior se suaviza: los picos de calor exterior llegan más atenuados. Si la pared está muy expuesta sin sombra ni aislamiento, el ladrillo almacenará calor durante el día y puede incrementar la temperatura interior en la tarde-noche. Además, la humedad aumenta la conductividad y reduce la eficiencia del aislamiento.

5.1.4.2.Teja de barro

La teja es un material cerámico con capacidad térmica moderada, pero en elementos muy delgados: su efecto de masa por unidad de área es menor que una pared de ladrillo. La teja se calienta con facilidad al recibir sol directo. Techos de teja sin un estrato aislante debajo transmiten calor al ático y luego al interior en horas de máxima radiación. Sin embargo, techos ventilados (cámara de aire) reducen mucho esa transferencia. La alta absorción solar hace necesario proteger o aislar la cubierta para evitar sobrecalentamiento interior.

5.1.4.3. Madera

La madera tiene baja conductividad y moderada capacidad térmica volumétrica: actúa mejor como aislante que como acumulador. En muros o carpinterías de madera, las variaciones térmicas se transmiten más lentamente que en piezas metálicas, y la madera da una sensación térmica más "cálida" al tacto. Es sensible a humedad y degradación; sus propiedades térmicas varían mucho según especie y orientación de la fibra.

5.1.4.4.Vidrio

El vidrio transmite radiación solar con alta eficiencia y tiene conductividad relativamente alta; como elemento constructivo, no aporta masa térmica útil, pero sí permite ganancias solares directas. Grandes vanos de vidrio sin sombreamiento producen ganancias radiativas importantes en horas soleadas y pérdida de calor en noches frías. Sin protección puede generar sobrecalentamiento y desbalance térmico.

5.1.4.5. Mortero / concreto

Material de alta masa y conductividad variable según mezcla: actúa como depósito térmico. Elementos en mortero (falsas fachadas, losas, dinteles) acumulen calor y lo liberen lentamente; en suelos o soleras pueden estabilizar la temperatura interior. Cuando están muy expuestos y sin aislamiento, colectan radiación y contribuyen al aumento térmico; además el mortero/cemento puede ser menos "transpirable" que materiales tradicionales y agravar problemas de humedad en muros de tierra o ladrillo.

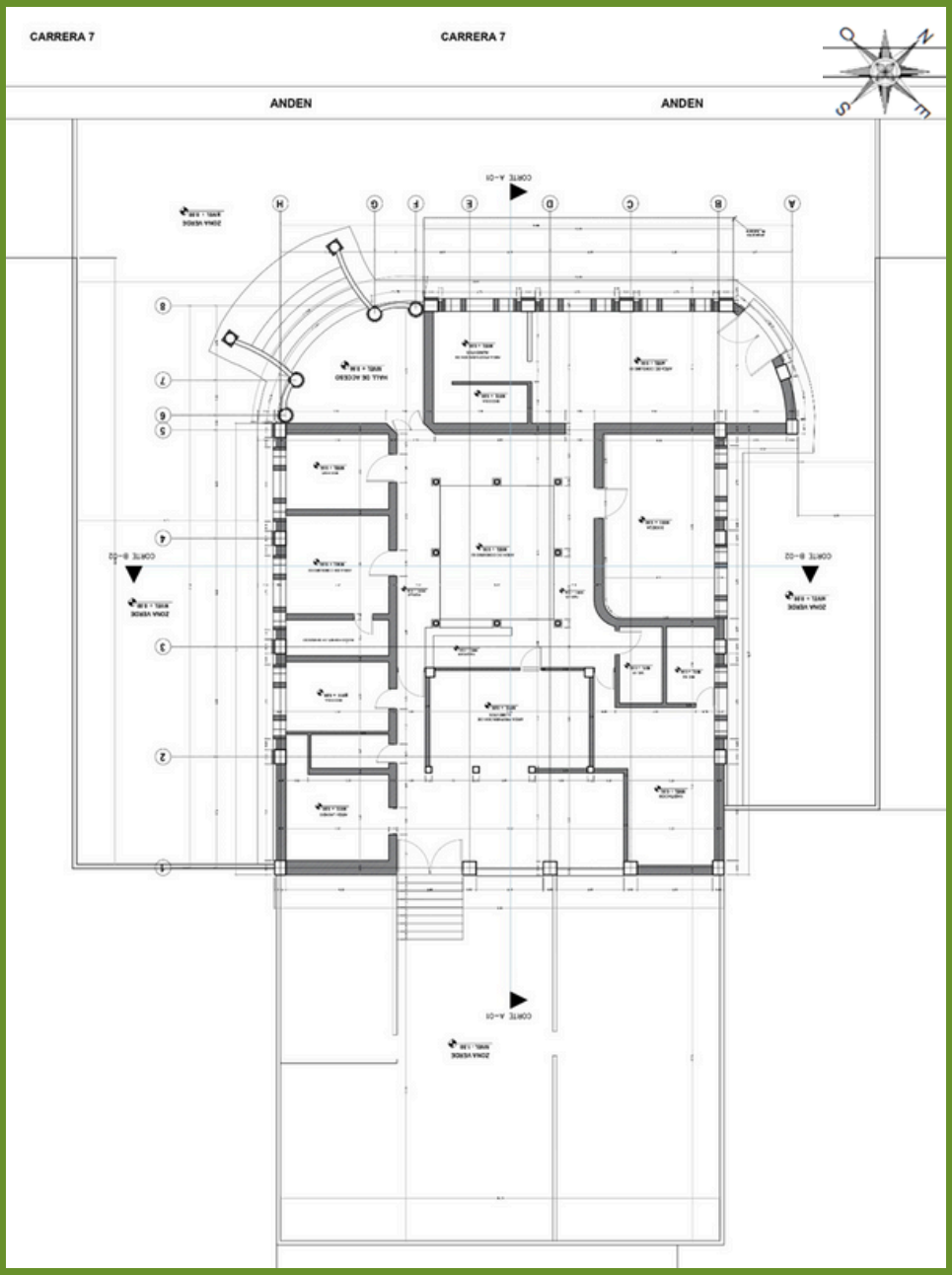
Los materiales compositivos del inmueble son, en su conjunto, valiosos: el ladrillo y el mortero aportan inercia, la madera aporta confort y aislamiento, la teja y el vidrio son los puntos donde más atención térmica se debe poner. Con este análisis, se debe tratar de crear una visión de diseño y técnico al tiempo, detallando que no se trata de remplazarlo todo, sino de intervenir con sensibilidad: conservar la masa donde ayuda, aislar donde provoca problemas y diseñar rutas de ventilación y sombras para que la casa respire bien y sea fresca en el día y confortable en la noche.

## 5.2. Análisis arquitectónico, patrimonial y normativo

### *5.2.1. Estudio del tipo de planta, orientación, morfología volumétrica y materiales constructivos originales*

El inmueble analizado es una vivienda de estilo republicano, y aunque ha sido modificada con el paso de los años, todavía conserva esa esencia arquitectónica que la hace única dentro del barrio Prados del Norte, en Popayán, Cauca. Su forma de ocupar el lote, la manera en que se organiza internamente y la presencia de vacíos, corredores y cubiertas inclinadas permiten leer en ella una historia de usos, adaptaciones y permanencias.

Ilustración 21. Levantamiento arquitectónico




Fuente: Elaboración propia

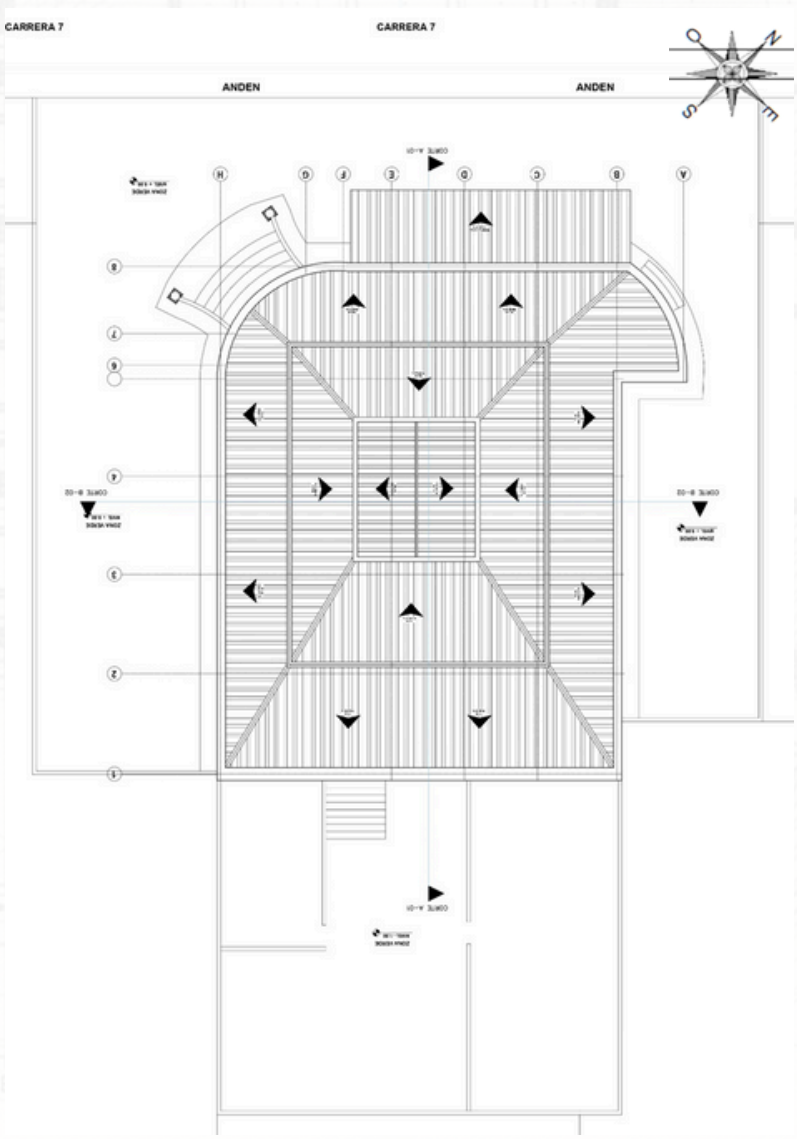
5.2.1.1. Tipo de planta

Al revisar el levantamiento arquitectónico, se reconoce una planta muy propia de las casas republicanas que han ido evolucionando con el tiempo: un ingreso marcado, corredores largos que conducen a diferentes ambientes y una secuencia de espacios que revela cómo se ha vivido la casa en distintas etapas.

Aunque no tiene el típico patio central de la arquitectura colonial, sí aparece una lógica parecida: crujías ordenadas, espacios que se conectan a través de pasillos y varias zonas verdes que funcionan como respiros naturales dentro del lote. Estas áreas, aunque fragmentadas, cumplen el rol de patios secundarios que permiten que la iluminación y la ventilación entren de manera suave y constante.

La casa mantiene una transición espacial clara: Ingreso y recepción, que marcan la cara pública de la vivienda. Áreas sociales o de reunión, donde antes pudo haber salas o comedores y que hoy funcionan como áreas de consumo o permanencia. Zonas de servicio, como preparación de alimentos, bodegas y espacios de apoyo, ubicados hacia los laterales y la parte posterior. Una habitación aislada, que sugiere ampliaciones posteriores o adaptaciones según nuevas necesidades. Es una planta que dialoga con la tradición republicana, pero que también cuenta lo que la casa ha vivido al cambiar de dueño y de función.

Ilustración 22. Planta de cubiertas existente




Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2.Orientación

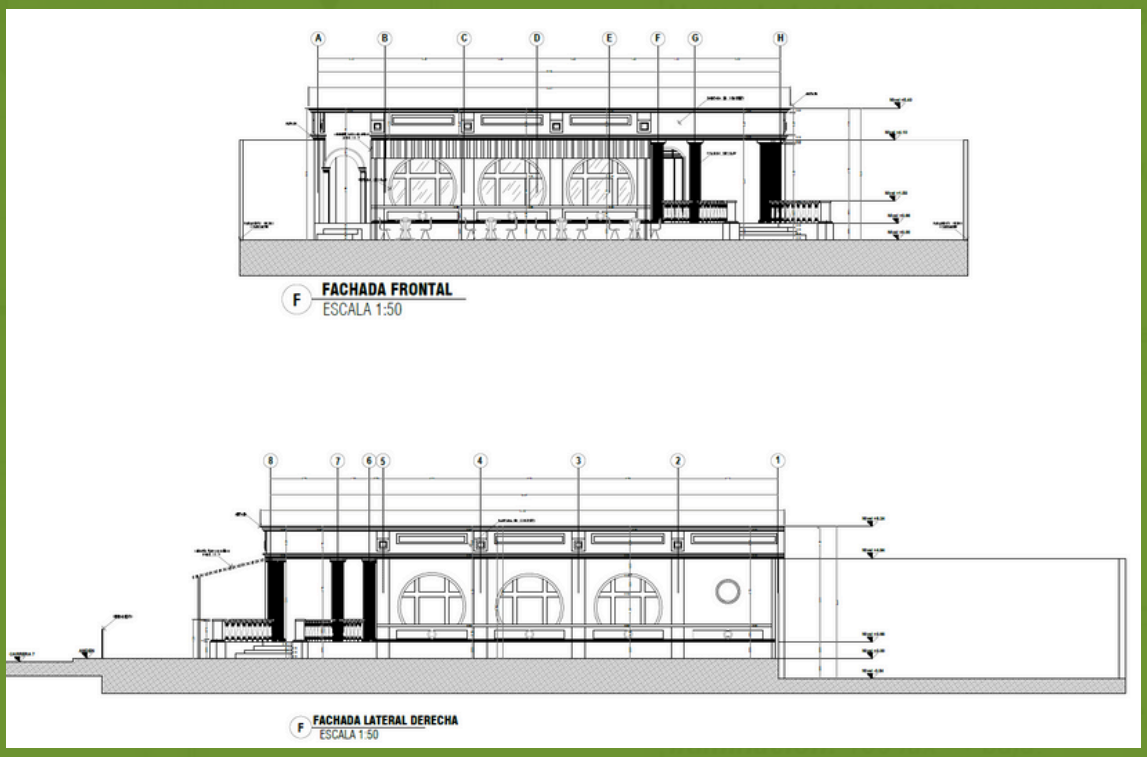
El plano indica que la casa se abre hacia la Calle 10 Norte y la Carrera 7, es decir, hacia el Oriente. Esta orientación es favorable en Popayán: permite recibir la luz suave de la mañana y evita la radiación más intensa de la tarde. Las zonas verdes distribuidas en la parte posterior, en los laterales e incluso una más profunda en el nivel -1.50, funcionan como pulmones que refrescan y suavizan la luz interior. Además, esa fragmentación de patios crea oportunidades para ventilación cruzada, algo muy valioso en el clima templado-húmedo de la ciudad.

5.2.1.3. Morfología volumétrica

La casa no es un bloque rígido; su forma revela cómo ha ido evolucionando. Su cuerpo principal es alargado y de un solo nivel, pero aparecen distintos cambios de altura y pequeñas ampliaciones que muestran intervenciones realizadas a lo largo del tiempo.

El plano de cubiertas muestra dos realidades: La tradicional teja de barro inclinada al 30%, que expresa el carácter republicano de la vivienda y la cubierta termoacústica al 10%, que responde a necesidades más recientes. Juntas crean un perfil escalonado, propio de las casas que han sido adaptadas sin perder completamente su alma original.

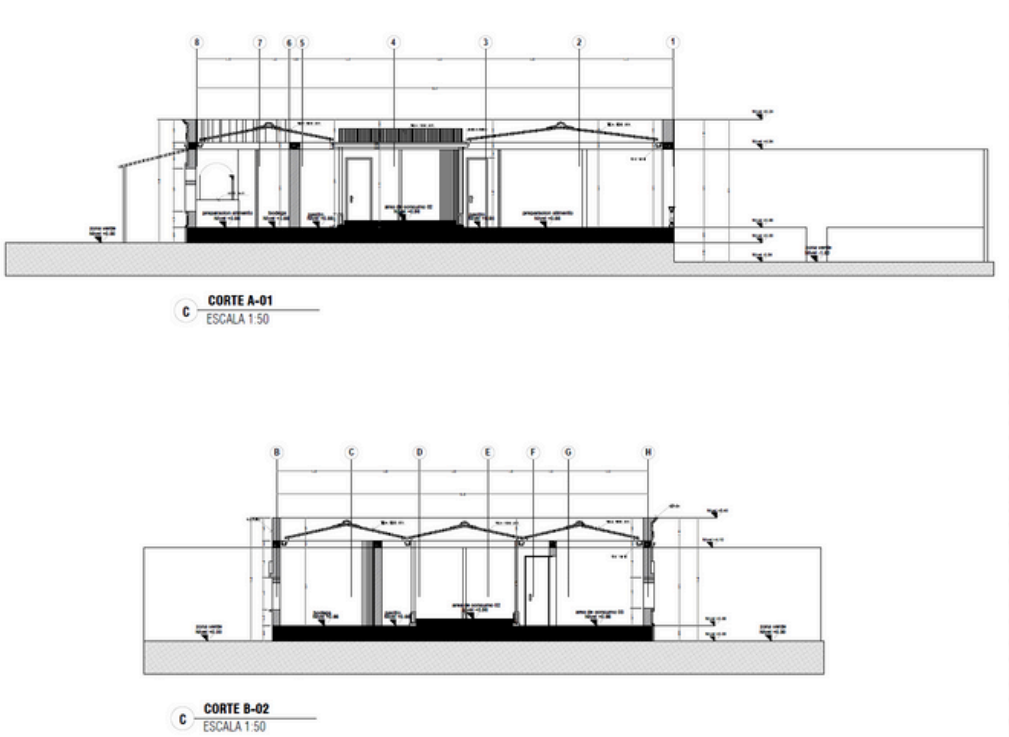
Ilustración 23. Fachadas existentes




Fuente: Elaboración propia

Por su parte, la fachada hacia la calle conserva proporciones y detalles que recuerdan la arquitectura republicana: ritmos ordenados, aleros marcados, vanos proporcionados. En contraste, los costados son más sobrios y ciegos, siguiendo la lógica de casas que se insertan entre medianeras, en lotes estrechos. La volumetría no intenta imponerse; por el contrario, se integra a la escala de la calle y del barrio, manteniendo una presencia sencilla, pero con carácter.

Ilustración 24. Corte transversal y longitudinal




Fuente: Elaboración propia

En conclusión, la casa en su conjunto, refleja una mezcla de tradición y transformación. Su planta lineal con crujías, patios secundarios y pasillos; su orientación hacia la luz de la mañana; y su volumetría hecha de capas históricas, hablan de una arquitectura que ha resistido el tiempo adaptándose sin perder su esencia. Aunque no está en el Centro Histórico de la ciudad de Popayán, ni tiene declaratoria patrimonial, su forma, su proporción y su manera de habitar el lote son expresiones valiosas de la arquitectura republicana en la ciudad. Preservar ese carácter no es solo una decisión técnica, sino una forma de reconocer y respetar la memoria que la casa aún guarda.

*5.2.2. Identificación de limitaciones patrimoniales y normativas que condicionan las intervenciones*

Aunque la casa objeto de estudio no posee una declaratoria de Bien de Interés Cultural (BIC), ni a nivel nacional ni municipal, y además no se encuentra dentro del Centro Histórico de Popayán, su composición arquitectónica, su lenguaje formal y su organización espacial revelan un carácter tradicional que merece ser

preservado. Esta condición genera un tipo particular de responsabilidad: no se trata de cumplir únicamente con una norma patrimonial, sino de reconocer un valor arquitectónico propio del territorio, y de intervenir de manera respetuosa para evitar la pérdida de identidad del inmueble.

En este sentido, la lectura normativa debe entenderse no como una imposición estricta, sino como un marco de buenas prácticas, inspirado en lo que establecen tanto la Ley 397 de 1997, el Decreto 2113 de 2019 y la Resolución 0989 de 2019, como las orientaciones patrimoniales aplicables a edificaciones de interés arquitectónico no declaradas. Aunque el PEMP del Centro Histórico de Popayán no aplica directamente a la casa, por no ubicarse dentro del perímetro patrimonial, sin embargo, sus criterios sirven como referencia técnica pertinente para orientar intervenciones respetuosas en bienes con valor histórico o tipológico.

5.2.2.1Alcances y principios de la Ley 397 de 1997

La Ley General de Cultura establece principios de protección del patrimonio que, aunque legalmente obligatorios solo para bienes declarados, ofrecen criterios sólidos para preservar el carácter arquitectónico de una casa tradicional, estos principios funcionan como una guía ética que orienta el proyecto hacia una intervención responsable:

-Preservación de la autenticidad material y formal: aunque no exista declaratoria, se recomienda conservar materiales originales, volumetría, proporciones, patios, corredores y otros rasgos propios de la arquitectura tradicional de Popayán.

-Evitar demoliciones innecesarias que puedan borrar lecturas históricas o perder sistemas constructivos valiosos.

-Promover la compatibilidad de nuevas intervenciones, evitando rupturas radicales con el lenguaje arquitectónico existente.

5.2.2.2. Aportes del Decreto 2113 de 2019

Este decreto define los niveles de intervención en Bienes de Interés Cultural. Aunque la casa no es un BIC, los criterios técnicos del decreto son aplicables cuando se quiere intervenir un bien de valor cultural no declarado, sin embargo, aplicar estos criterios no solo protege la esencia de la casa, sino que evita intervenciones discordantes o invasivas. Se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

-Respeto por la estructura original: se recomienda mantener la organización espacial y los elementos que definen la identidad de la casa.

- Intervenciones reversibles y discretas: toda adecuación debe poder ser retirada en el futuro sin dañar la estructura existente.

-Compatibilidad material: las nuevas soluciones deben dialogar con los materiales tradicionales presentes en la vivienda.

5.2.2.3.Lineamientos técnicos de la Resolución 0989 de 2019

Esta resolución establece cómo deben abordarse intervenciones en bienes patrimoniales. Aunque el inmueble no esté bajo esta normativa, sus lineamientos resultan valiosos para garantizar una intervención técnica adecuada, teniendo lo siguiente:

-Necesidad de comprender el inmueble antes de intervenir: levantamiento arquitectónico, análisis de materiales y estudio de patologías. En casas tradicionales, estos estudios son claves para evitar daños a sistemas frágiles como muros en tierra, madera o teja cerámica.

- Uso de materiales compatibles, evitando soluciones rígidas o impermeables (cemento, pinturas sintéticas) que afecten el comportamiento del inmueble.

-Respeto por fachadas y proporciones: incluso sin ser patrimonio, la fachada es un elemento de identidad que merece mantenerse.

5.2.2.4.PEMP de Popayán como criterio orientador, no obligatorio

El PEMP regula directamente las intervenciones en el Centro Histórico, aunque el inmueble está por fuera de este sector, la casa tiene rasgos de arquitectura tradicional, y el PEMP puede funcionar como una referencia valiosa para orientar las decisiones de diseño. Conservación de volumetría, fachadas y cubiertas tradicionales. De esta forma se debe contemplar el respeto por el patio interior y la estructura espacial típica; el uso de materiales tradicionales, cuando sea posible y técnicamente viable; y la integración de instalaciones modernas de manera discreta y no invasiva.

Finalmente, aunque el inmueble no esté bajo ninguna categoría patrimonial, su carácter arquitectónico la sitúa como un testimonio silencioso del tejido urbano tradicional. Su valor no depende de una declaratoria, sino de la capacidad de reflejar modos de habitar, materiales, proporciones y relaciones espaciales propias de la arquitectura caucana y payanesa. Intervenirla con criterios de conservación, aun sin exigencia legal, significa actuar desde el respeto, reconociendo que la identidad arquitectónica también vive en las casas comunes, no solo en los edificios declarados.

*5.2.3 Registro del estado de conservación de elementos estructurales, decorativos y constructivos*

El levantamiento arquitectónico y la observación del inmueble permiten reconocer un estado de conservación comprometido en varios de sus elementos, tanto estructurales como decorativos y constructivos. Aunque la casa conserva la esencia de su arquitectura republicana, el paso del tiempo, la falta de mantenimiento y una serie de intervenciones inadecuadas han afectado su integridad física y su expresión formal. A continuación, se describen las condiciones más relevantes:

5.2.3.1. Elementos estructurales

-Muros de carga: Los muros de ladrillo presentan niveles altos de humedad, visibles en manchas, desprendimiento de revoques y eflorescencias. Esta humedad prolongada ha acelerado el deterioro del mortero, debilitado la cohesión entre ladrillos y generado pérdidas locales de material. En algunos tramos se evidencian fisuras verticales y diagonales, asociadas tanto a asentamientos diferenciales como a intervenciones posteriores que alteraron la estabilidad original del sistema.

- Columnas y elementos en madera: Las columnas de madera, que cumplen función estructural en corredores y zonas de transición, presentan degradación por humedad, pérdida de sección y ataques biológicos. En ciertos puntos, la madera muestra deformaciones y oscurecimiento, signos típicos de pudrición avanzada. Estos daños comprometen la estabilidad local y requieren atención inmediata para evitar fallas progresivas.

-Cubierta y estructura superior: La estructura de cubierta, compuesta por elementos de madera y cubiertas de teja de barro y láminas termoacústicas, muestra afectaciones puntuales por vegetación invasiva y acumulación de humedad. Hay sectores donde la teja está desplazada o fracturada, lo que incrementa las filtraciones y empeora el deterioro de muros y vigas.

5.2.3.2. Elementos constructivos

-Pisos: El piso original se encuentra en mal estado, con piezas sueltas, desgaste superficial y zonas donde el material ha perdido su nivelación. La humedad ha contribuido a su deterioro, generando deformaciones y debilitando la base estructural sobre la que se apoyan.

-Fachadas y acabados: La fachada ha sido intervenida de manera inadecuada en ciertos tramos, especialmente para permitir entradas y salidas de aguas. Estas modificaciones alteran la lectura formal del inmueble y han debilitado zonas de muro que antes trabajaban en conjunto. En varias áreas los revoques y pinturas presentan desprendimientos, fisuras y manchas de humedad persistente.
-Ventanas y carpinterías; Faltan vidrios en varias ventanas, lo que aumenta la exposición del interior a la lluvia y facilita el deterioro de madera, pisos y muros. Las carpinterías existentes muestran desgaste y pérdida de acabado protector, afectando su eficiencia funcional y su apariencia.

5.2.3.3. Elementos decorativos y componentes de valor arquitectónico

Aunque la casa no cuenta con una declaratoria patrimonial, sus detalles republicanos —proporciones de ventanas, aleros, molduras sencillas y distribución espacial— forman parte de su valor arquitectónico. Actualmente, varios de estos elementos se encuentran:
-Desgastados o fragmentados por humedad y falta de mantenimiento.
- Cubiertos por intervenciones posteriores que no respetan su expresión original.
-Oscurecidos por suciedad o por la acción de plantas trepadoras que van ganando espacio sobre muros y corredores. La pérdida progresiva de estos detalles no solo afecta la estética de la casa, sino también su lectura histórica.

En relación, el patio posterior, que debería funcionar como espacio de ventilación, iluminación y respiro ambiental, se encuentra en total abandono. La presencia de vegetación crecida sin control está: afectando muros, comprometiendo drenajes, invadiendo la cubierta en algunos sectores y favoreciendo la humedad permanente. La jardinería descuidada y la ausencia de manejo del paisajismo agravan la sensación de deterioro y aceleran el daño material.

Además, el conjunto de problemas descritos produce una casa con imagen deteriorada, donde los signos de humedad, vegetación no controlada, piezas faltantes y elementos estructurales dañados generan la percepción de abandono. Más que un tema estético, esto refleja una condición técnica seria: una casa que necesita intervención integral, abordada desde la estructura, los sistemas constructivos y el manejo adecuado del agua y la ventilación. Sin embargo, pese a su estado actual, el inmueble conserva una base sólida y un carácter arquitectónico notable. Su estructura espacial republicana sigue presente, sus materiales tradicionales aún pueden recuperarse, y su morfología mantiene la elegancia sencilla que caracteriza este tipo de viviendas en Popayán.

En conclusión, el registro del estado de conservación evidencia que la casa vive hoy una etapa de vulnerabilidad, pero no de pérdida definitiva. Los daños son reversibles si se intervienen con criterio técnico y sensibilidad hacia lo que el edificio representa. Reconocer estas afectaciones no es solo un ejercicio diagnóstico: es el punto de partida para devolverle a la casa su estabilidad, su funcionalidad y, sobre todo, su dignidad arquitectónica.

# Retrofit bioclimático como estrategia de conservación activa

# Cap 6

La propuesta de intervención se fundamenta en la necesidad de conservar los valores patrimoniales del inmueble objeto de estudio, al tiempo que se mejora su desempeño ambiental y funcional mediante estrategias de retrofit bioclimático. El concepto rector parte del reconocimiento del edificio como un sistema arquitectónico adaptable, capaz de responder a las exigencias contemporáneas sin perder su identidad histórica.

La intervención se concibe como una acción controlada, reversible y compatible con el sistema constructivo original, priorizando soluciones pasivas que optimicen las condiciones de confort y habitabilidad. De este modo, el proyecto busca demostrar que la sostenibilidad y la conservación patrimonial no son enfoques opuestos, sino complementarios cuando se abordan desde criterios técnicos y contextuales.

En tanto, el presente capítulo expone los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología de investigación–creación planteada, integrando el análisis histórico, arquitectónico, ambiental y patrimonial del inmueble objeto de estudio con la formulación de una propuesta de intervención basada en criterios de retrofit, arquitectura bioclimática y sostenibilidad integral. Los resultados se expresan tanto en términos analíticos como proyectuales, materializados en decisiones de diseño, representación arquitectónica, definición material y evaluación comparativa del desempeño del inmueble antes y después de la intervención.

### 6.1. Resultados del diagnóstico arquitectónico, ambiental y patrimonial

Los resultados del diagnóstico evidencian que la vivienda republicana objeto de estudio conserva valores arquitectónicos significativos asociados a su tipología, volumetría y lenguaje formal, constituyéndose como un testimonio material de la expansión urbana de Popayán durante el periodo republicano. No obstante, se identifican problemáticas derivadas de su adaptación a nuevos usos, así como de la ausencia de lineamientos normativos específicos para la preservación del patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico.

Ilustración 25. Estado actual de fachadas del inmueble



Fuente: RRSS

Ilustración 26. Estado actual patio posterior del inmueble



Fuente: RRSS

Desde el punto de vista ambiental, las mediciones realizadas en el interior del inmueble evidencian variaciones térmicas y de humedad que afectan el confort de los usuarios, especialmente en espacios con ventilación limitada y alta exposición solar. Asimismo, se identifican deficiencias en la distribución de la iluminación natural, la calidad del aire interior y el control acústico, reflejando un comportamiento ambiental irregular que no aprovecha plenamente las estrategias pasivas propias de la arquitectura original.

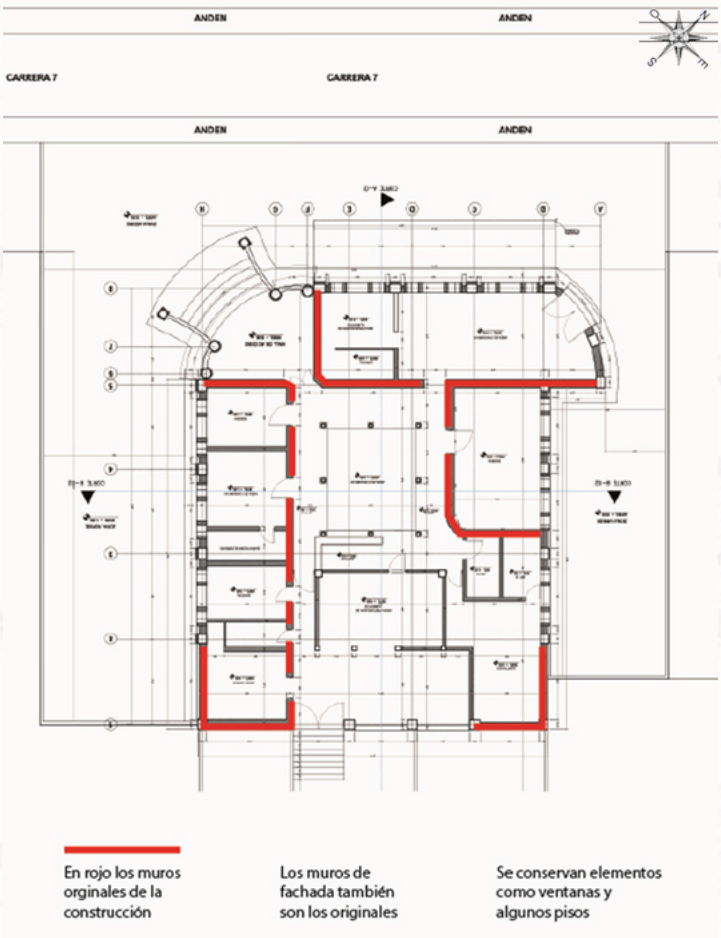
En términos patrimoniales, el análisis permitió clasificar los elementos del inmueble según su grado de conservación, identificando componentes de alto valor a preservar, áreas susceptibles de intervención compatible y espacios que admiten transformaciones reversibles. Estos resultados constituyen la base técnica y conceptual para la formulación de la propuesta de intervención.

Ilustración 27. Estado actual interiores del inmueble



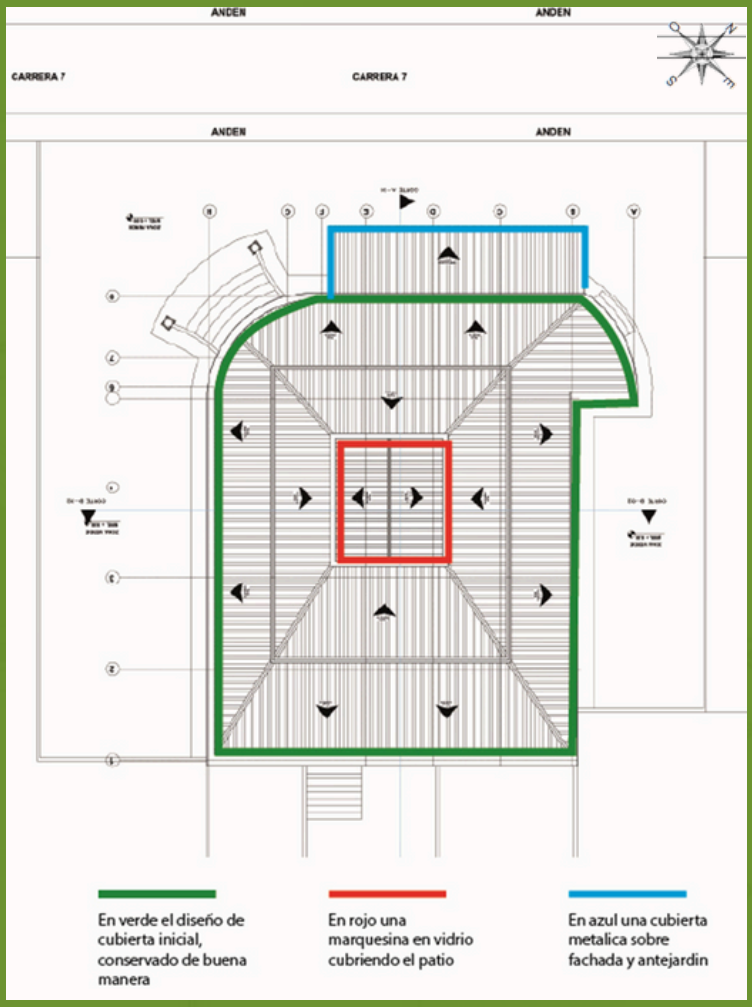
Fuente: RRSS

Ilustración 28. Muros originales



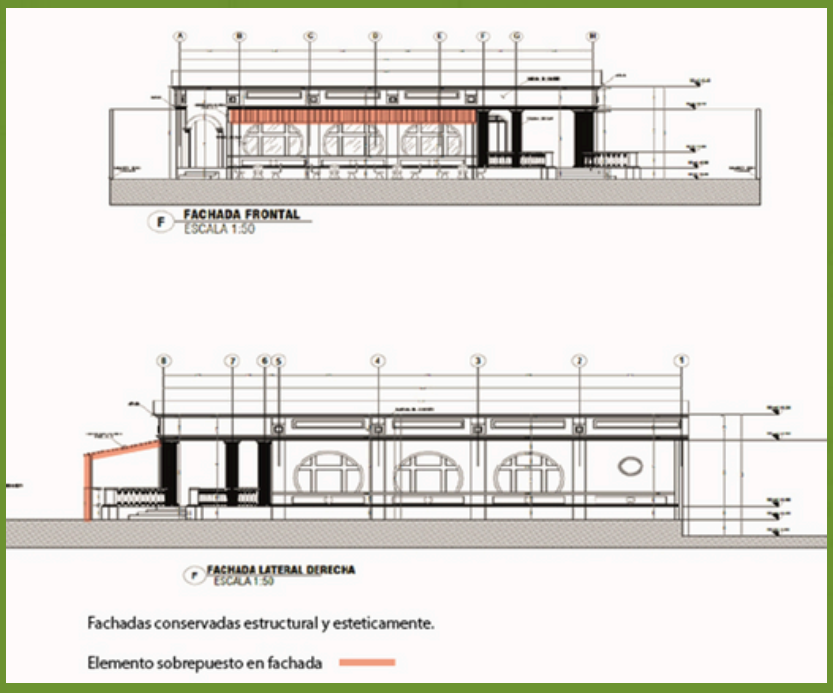

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29.Planta de Cubiertas – Estado actual



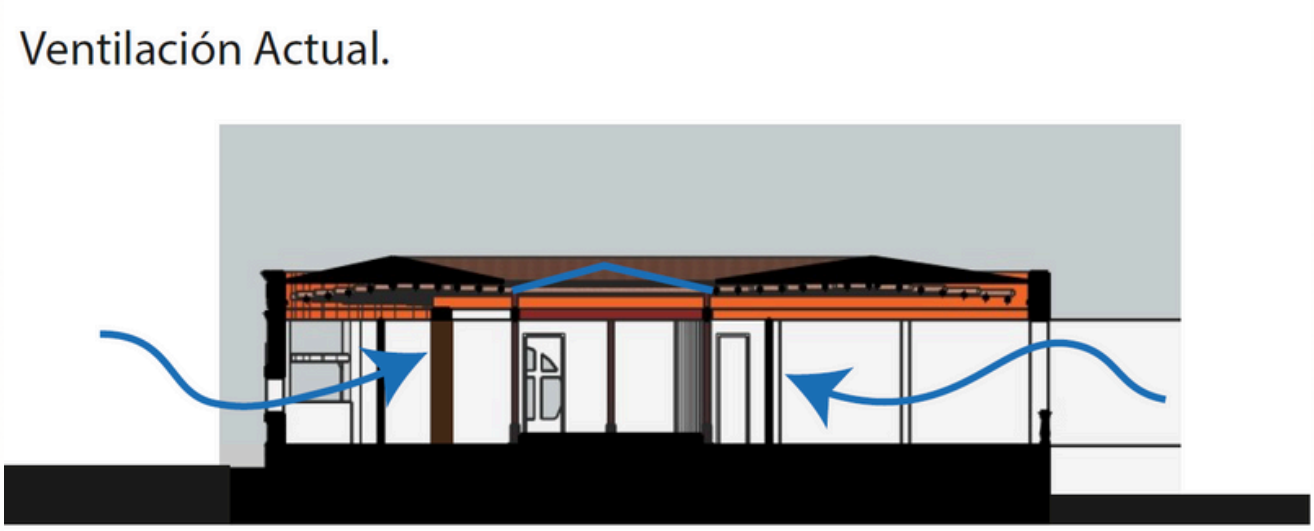

Fuente: elaboración propia

Ilustración 30. Cortes y fachadas – Estado actual




Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31.Análisis de ventilación existente

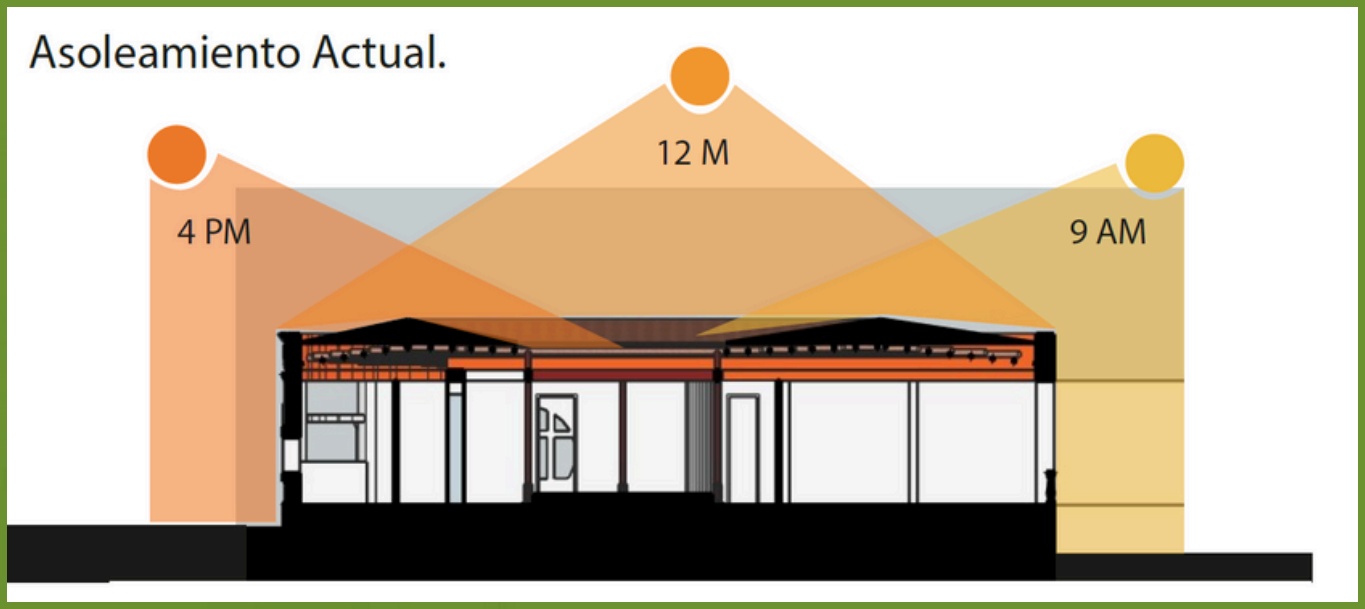



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior podemos ver que en la vivienda objeto de estudio se evidencia una limitación significativa en la circulación continua del aire debido a las características constructivas de los muros perimetrales y al tipo de cerramiento instalado en la cubierta del patio central. Los muros presentan una configuración sólida y estanca, sin elementos permeables, vanos operables o dispositivos de ventilación cruzada que permitan el ingreso y salida natural del flujo de aire. Esta condición genera una barrera física que impide la renovación eficaz del aire interior y restringe el movimiento convectivo entre espacios.

Adicionalmente, el patio central, que en tipologías tradicionales funciona como pulmón bioclimático, se encuentra cubierto mediante un cerramiento superior hermético, sin aperturas adecuadas para la extracción o desfogue del aire caliente acumulado. Este cerramiento limita el funcionamiento del patio como chimenea térmica, reduce el gradiente de presión necesario para inducir ventilación natural y ocasiona un ambiente interior con menor capacidad de disipación térmica. Como resultado conjunto, la vivienda presenta un sistema de ventilación natural deficiente, caracterizado por la ausencia de rutas de entrada y salida de aire, lo cual disminuye la calidad ambiental interior y afecta el confort térmico de los ocupantes.

Ilustración 32.Análisis de asoleamiento actual




Fuente: Elaboración propia

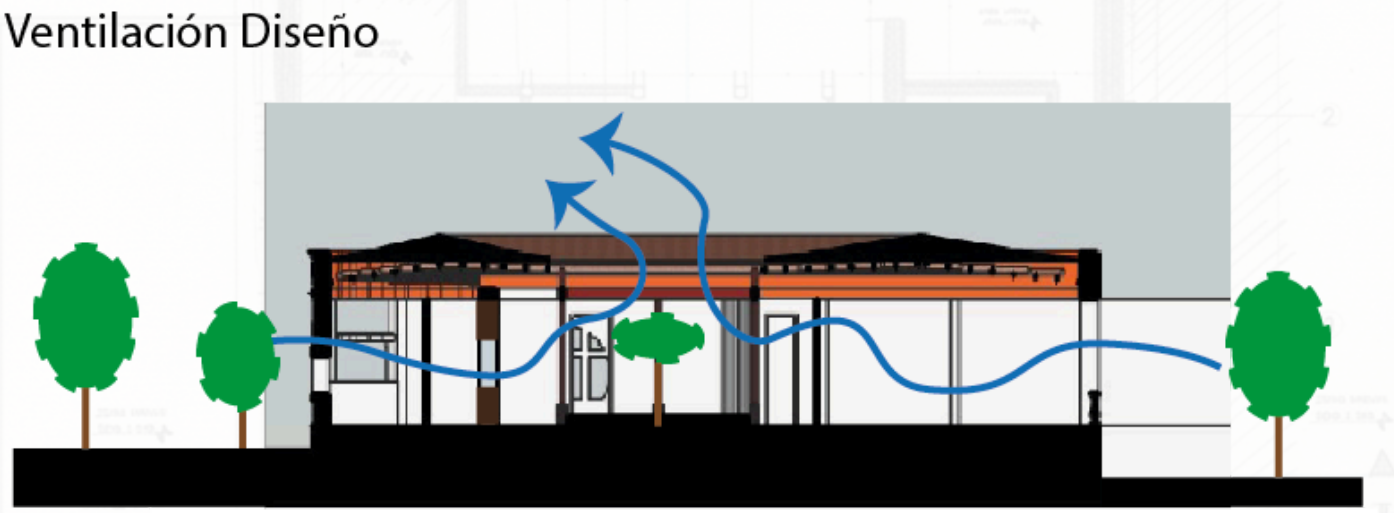
En este grafico podemos encontrar que la vivienda presenta un nivel elevado de exposición solar directa debido a que sus fachadas reciben radiación en prácticamente todos los momentos del día. La ausencia de elementos de sombra, tales como aleros, voladizos, vegetación o dispositivos de control solar, permite que la radiación incida de forma continua sobre los paramentos verticales y las superficies exteriores. Esta condición incrementa significativamente la carga térmica sobre los materiales constructivos, generando un proceso de sobrecalentamiento superficial que se transmite progresivamente hacia el interior por conducción. Como resultado, la temperatura interna de los espacios se eleva de manera sostenida, reduciendo el confort térmico y aumentando la dependencia de estrategias mecánicas de enfriamiento. La falta de protección solar adecuada, sumada a la exposición prolongada de las fachadas, configura un ambiente interior más cálido y con menor capacidad de disipación térmica.

### 6.2. Resultados de la aplicación de criterios bioclimáticos

A partir del diagnóstico, se definieron criterios bioclimáticos orientados a mejorar el confort térmico y ambiental del inmueble mediante el uso de estrategias pasivas compatibles con su carácter patrimonial. Los resultados evidencian que la optimización de la ventilación natural constituye una de las acciones más relevantes, lograda mediante la reorganización funcional de los espacios y el fortalecimiento de la ventilación cruzada a través de vanos existentes, patios y áreas de transición interior–exterior.

El control de la radiación solar se aborda mediante elementos arquitectónicos discretos y el uso estratégico de vegetación, reduciendo la ganancia térmica directa sin alterar la imagen formal del inmueble. De igual manera, la propuesta potencia el aprovechamiento de la iluminación natural, disminuyendo la dependencia de sistemas artificiales durante el día. Estas estrategias demuestran que la arquitectura republicana, adecuadamente reinterpretada, posee un alto potencial de adaptación bioclimática en el contexto climático de Popayán.

Ilustración 33.Ventilación propuesta




Fuente: Elaboración propia

Con el fin de garantizar la continuidad del flujo de aire y optimizar el desempeño bioclimático de la vivienda, se propone un conjunto de intervenciones orientadas a restablecer la ventilación natural cruzada y la renovación constante del aire interior. renovación constante del aire interior.

En primer lugar, se plantea la apertura de un vano interior estratégicamente ubicado entre los espacios principales de la vivienda, con el objetivo de habilitar una ruta de paso que permita la conexión aerodinámica entre fachadas opuestas. Este vano actuará como un conducto para el aire, reduciendo zonas muertas y facilitando la circulación transversal de las corrientes.

Se propone el retiro del cerramiento de la cubierta del patio central para recuperar su funcionamiento como pulmón climático. Al eliminar la cubierta, el patio vuelve a operar como un espacio abierto que propicia el ascenso del aire caliente mediante convección natural y su salida hacia el exterior. Esta intervención no solo mejora el barrido de aire en los ambientes interiores, sino que también permite la entrada de brisas y la generación de un gradiente térmico que activa la ventilación por efecto chimenea.

Se proyecta la adecuación del patio como un patio verde, incorporando vegetación de porte medio y bajo, así como superficies permeables que contribuyan a la regulación microclimática. La presencia de vegetación incrementa la humedad relativa controlada, reduce la temperatura superficial por evapotranspiración y mejora la calidad del aire, fortaleciendo el rol del patio como regulador bioclimático. Finalmente, se recomienda la siembra de árboles en las fachadas frontal y posterior, seleccionando especies adecuadas para generar sombra, reducir la carga térmica sobre las superficies expuestas y promover la canalización natural de las corrientes de viento hacia el interior. Esta vegetación perimetral complementa las estrategias pasivas de ventilación, disminuye la temperatura del aire que ingresa a la vivienda y aporta al confort térmico general del inmueble.

En conjunto, estas acciones integradas permiten restablecer la ventilación cruzada, mejorar la eficiencia climática del patio central y fortalecer la relación entre la vivienda y su entorno natural, elevando la calidad ambiental interior y el desempeño sustentable de la edificación.

Ilustración 34.Asoleamiento propuesto




Fuente: Elaboración propia

Para reducir la incidencia directa de la radiación solar sobre la vivienda y mitigar el sobrecalentamiento de sus materiales, se propone la incorporación de aleros en las fachadas frontal y posterior. Estos elementos arquitectónicos permitirán bloquear el asoleamiento en las horas de mayor carga térmica, disminuyendo la ganancia de calor por radiación incidente sobre muros y vanos.

Complementariamente, se plantea la siembra de árboles de porte medio en ambas fachadas, seleccionando especies con copa densa y adecuada altura para generar sombra estacional y reducir la temperatura del aire que ingresa a la vivienda. La vegetación actúa como amortiguador térmico y crea un microclima más fresco alrededor del edificio, disminuyendo el impacto de la radiación directa.

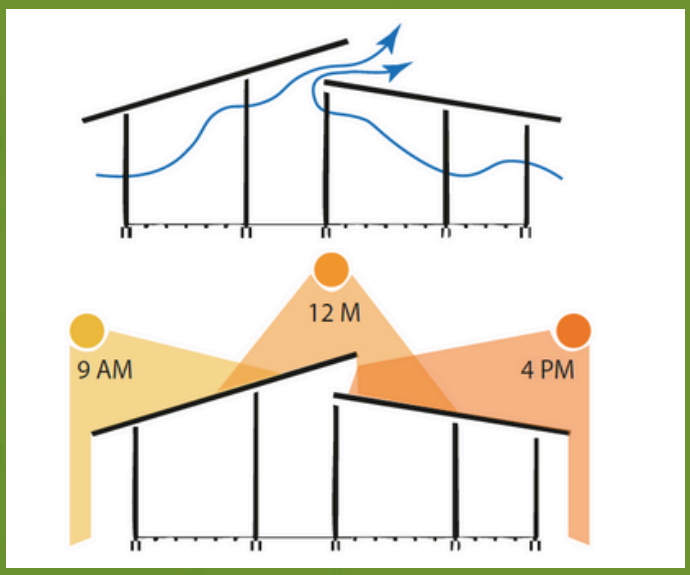
Estas estrategias se articulan con las mejoras de ventilación propuestas, las cuales permiten evacuar el aire caliente acumulado y favorecer la renovación continua mediante ventilación cruzada. La combinación de control solar pasivo y flujo de aire eficiente contribuye a reducir la temperatura interior, mejorar el confort térmico y optimizar el comportamiento bioclimático general de la edificación.

### 6.3. Resultados de la aplicación del enfoque retrofit

Desde el enfoque retrofit, la intervención se concibe como un proceso de actualización funcional y ambiental del inmueble, priorizando la intervención mínima necesaria, la reversibilidad de las soluciones y la conservación de los valores patrimoniales identificados. Los resultados proyectuales evidencian que es posible mejorar el desempeño del edificio sin recurrir a procesos de demolición ni a transformaciones irreversibles

Las principales acciones incluyen la mejora de la envolvente mediante soluciones compatibles, la actualización de instalaciones con tecnologías eficientes y la integración de energías renovables en áreas no visibles, garantizando la coherencia formal del conjunto. Asimismo, se proponen adecuaciones espaciales reversibles que permiten responder a las necesidades del uso contemporáneo, manteniendo la lógica tipológica original. Este enfoque consolida el retrofit como una herramienta eficaz para prolongar la vida útil del patrimonio construido, reducir su consumo energético y adaptarlo a nuevos escenarios de uso y clima.

Ilustración 35. Diseño de ventilación y asoleamiento propuesto




Fuente: Elaboración propia

El nuevo elemento diseñado integra simultáneamente estrategias de control solar y optimización de la ventilación natural, este elemento incorpora aleros amplios y proyectados que protegen las fachadas expuestas, reduciendo la incidencia directa de los rayos solares durante las horas de mayor radiación y mitigando la ganancia térmica sobre los muros y las superficies acristaladas. La geometría inclinada y su extensión calculada permiten que las sombras se proyecten de forma eficiente tanto en la mañana como en la tarde.

Además, el elemento integra un volumen central elevado y ventilado, que favorece el ascenso y la extracción del aire caliente acumulado dentro. La disposición estratégica de las celosías de madera móviles en fachadas permite la creación de un flujo continuo de aire por efecto Venturi, permitiendo que las brisas ingresen por la parte baja y el aire caliente escape por la parte alta gracias al diferencial de presiones generado en la cubierta.

Este componente articulado no solo controla la radiación solar directa, sino que también potencia la ventilación cruzada, reduciendo de manera significativa la temperatura interior y mejorando el confort térmico. En conjunto, el elemento actúa como un mecanismo pasivo integral, capaz de moderar el clima interno mediante sombra, renovación de aire y extracción térmica, fortaleciendo el desempeño bioclimático general.

### 6.4. Resultados de la propuesta arquitectónica de intervención

La propuesta arquitectónica se consolida como el resultado central de la investigación, integrando los criterios bioclimáticos, patrimoniales y de sostenibilidad definidos previamente. La redistribución funcional mejora la eficiencia en el uso del espacio, fortalece la relación entre áreas interiores y exteriores y garantiza condiciones de accesibilidad y flexibilidad, sin alterar la estructura esencial del inmueble.

Desde el punto de vista formal, la intervención respeta el lenguaje arquitectónico republicano, incorporando nuevos elementos de manera sobria y legible, evitando la mimetización o la falsificación histórica. El proyecto establece un diálogo equilibrado entre lo existente y lo nuevo, permitiendo la lectura clara de las distintas capas temporales del edificio.

Ilustración 36. Planta arquitectónica – Propuesta bioclimática Spa



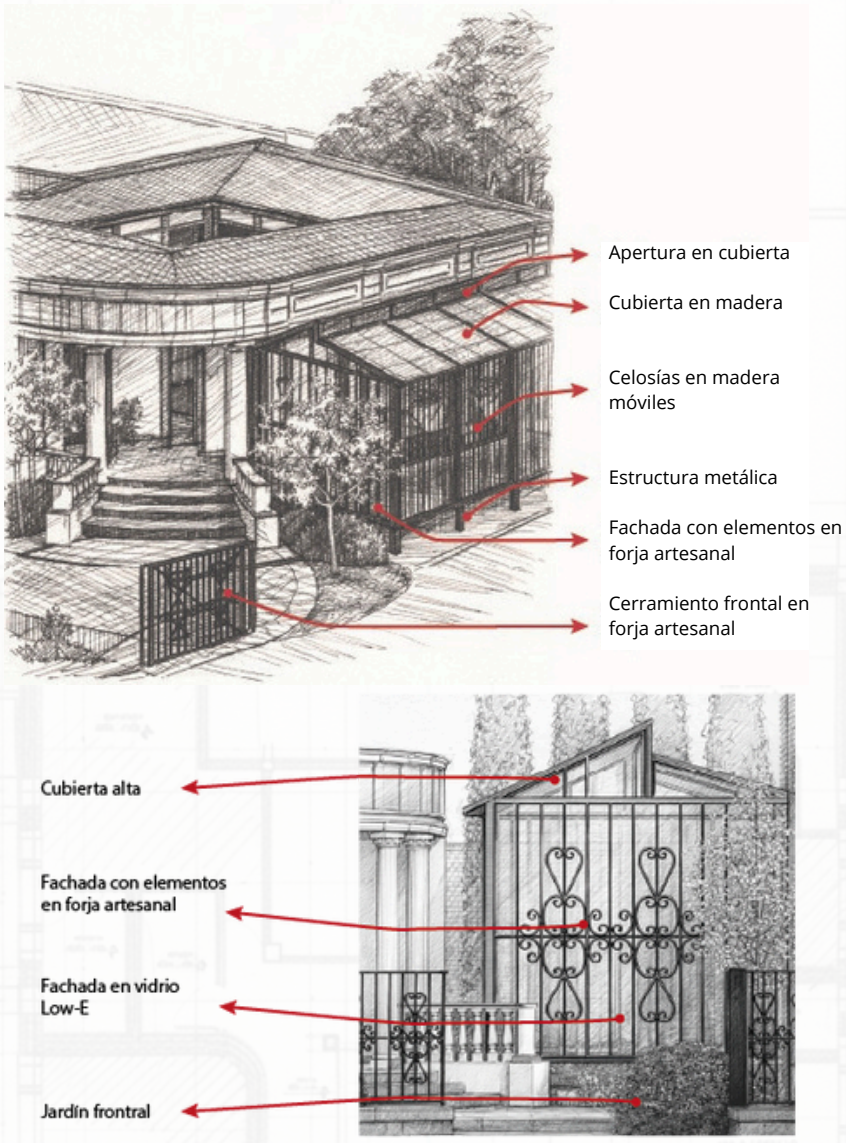

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37. Planta arquitectónica – Propuesta bioclimática Restaurante




Fuente: Elaboración propia

Ilustración 38. Propuesta de elemento exterior




Fuente: Elaboración propia

### 6.5. Resultados de la selección de materiales y criterios de sostenibilidad

Como resultado del proceso de diseño, se definió una selección de materiales orientada a mejorar el desempeño ambiental del inmueble, garantizar su durabilidad y reducir las necesidades de mantenimiento a largo plazo. La estrategia material prioriza la reutilización de los sistemas constructivos existentes y la incorporación de materiales compatibles, reciclables y de bajo impacto ambiental.

La selección de materiales se encuentra sistematizada en la Tabla de Materiales (Anexo X), donde se detallan sus usos, características técnicas y nivel de amigabilidad ambiental. Este insumo técnico respalda las decisiones proyectuales y evidencia la aplicación de principios de economía circular y sostenibilidad integral dentro de la propuesta de intervención.

Tabla 2. Materiales y criterios ambientales

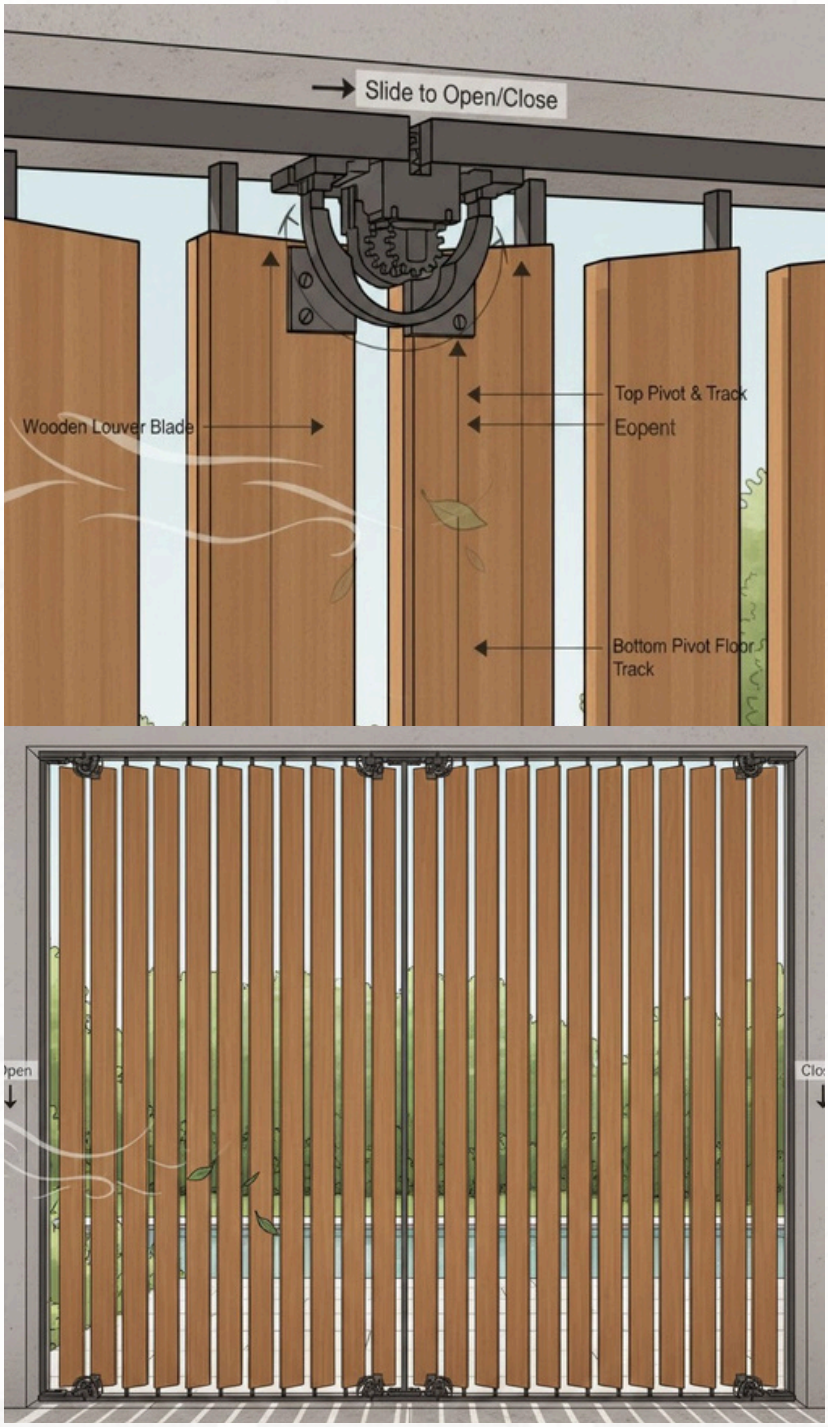
| Material | Características principales | Uso en el proyecto | Impacto ambiental | Nivel de amigabilidad ambiental |
|---|---|---|---|---|
| Vidrio | Material inorgánico, transparente, resistente a la intemperie, 100% reciclable | Cerramientos – fachadas - ventanas | Su fabricación requiere alta energía, pero es reciclable infinitamente | Medio – Alto |
| Madera (cubierta) | Material natural, renovable, buen aislante térmico y acústico | Cubierta del proyecto | Bajo impacto si proviene de fuentes certificadas; biodegradable | Alto |
| Estructura metálica (acero) | Alta resistencia estructural, durabilidad, reciclable | Sistema estructural principal | Producción con alto consumo energético, pero altamente reciclable | Medio |
| Concreto (existente) | Material compuesto, alta resistencia a compresión, larga vida útil | Elementos estructurales existentes | Alto impacto por emisiones de $CO_2$ en su producción | Bajo |
| Ladrillo (existente) | Material cerámico, buena inercia térmica, duradero | Muros existentes | Fabricación con consumo energético y extracción de arcilla | Medio – Bajo |

Fuente: Elaboración propia

### 6.6. Resultados en detalles constructivos y adecuaciones de uso

Los detalles constructivos desarrollados permiten materializar las estrategias de retrofit bioclimático de forma precisa y compatible con el carácter patrimonial del inmueble. Estos se concentran en soluciones de control solar, ventilación pasiva, cubiertas, encuentros entre sistemas nuevos y existentes, y tratamiento de patios como espacios de transición climática. Desde el punto de vista funcional, las adecuaciones de uso responden a criterios de flexibilidad, bajo mantenimiento y viabilidad económica, permitiendo que el inmueble se adapte a dinámicas contemporáneas sin comprometer su integridad arquitectónica.

Ilustración 39. Celosías en madera, detalles de control solar, ventilación y soluciones pasivas




Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, dentro de las adecuaciones de uso, se realiza la sustitución de los vidrios actuales de la casa, reemplazándolos por vidrio Low-E (Low Emissivity) el cual responde a la necesidad de mejorar el desempeño térmico y energético del inmueble sin afectar su valor arquitectónico y patrimonial. Este tipo de vidrio reduce la transferencia de calor por radiación, permitiendo el ingreso de luz natural y limitando las ganancias térmicas indeseadas.

En el contexto climático de Popayán, su uso contribuye a mejorar el confort térmico interior y a disminuir la dependencia de sistemas artificiales de climatización, favoreciendo la eficiencia energética del edificio. Su aplicación resulta especialmente pertinente en espacios que requieren altos niveles de iluminación natural. Desde el enfoque patrimonial y de retrofit, el vidrio Low-E permite una incorporación discreta y compatible con el lenguaje arquitectónico existente, respetando los principios de intervención mínima y reversibilidad. Además, su elección se alinea con los criterios de sostenibilidad integral y bajo mantenimiento, al reducir el consumo energético durante la vida útil del inmueble. En este sentido, el vidrio Low-E se constituye como una solución tecnológica adecuada para articular eficiencia energética, confort ambiental y conservación del patrimonio construido.

Ilustración 40.Detalles de vidrio Low-E.




Fuente: Elaboración propia

### 6.7. Visualización del impacto de la intervención

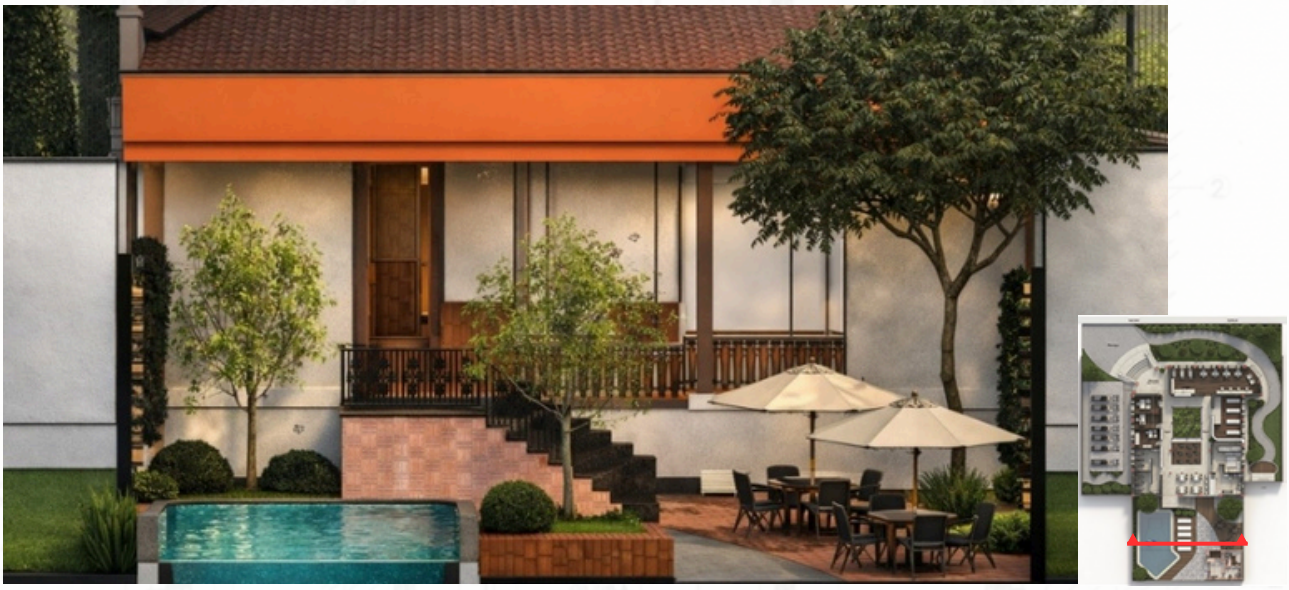
Las visualizaciones arquitectónicas permiten comprender el impacto espacial, ambiental y formal de la propuesta. Los renders exteriores evidencian una intervención respetuosa del contexto urbano y del lenguaje original, mientras que los renders interiores reflejan ambientes más eficientes, confortables y adecuados a los nuevos usos.

Ilustración 41.Fachada frontal propuesta Carrera 7



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42.Fachada posterior propuesta



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43.Corte transversal propuesta



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44.Corte longitudinal propuesta





Fuente: Elaboración propia

Ilustración 45.Jardín frontal propuesta



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46.Elemento exterior complementario propuesto



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47.Elemento exterior complementario propuesto



Fuente: Elaboración propia

Por último, la comparación entre el estado actual y la propuesta de intervención evidencia mejoras significativas en el desempeño ambiental, funcional y espacial del inmueble. Se observa una optimización del confort térmico, una mejora en la ventilación e iluminación natural, una reducción estimada del consumo energético y una mayor adecuación del inmueble a su uso contemporáneo, sin pérdida de sus valores patrimoniales.

Tabla 3.Comparación actual y la propuesta de intervención

| Criterio de análisis | Estado actual del inmueble | Estado propuesto (intervención) |
|---|---|---|
| **Condición patrimonial** | Conserva elementos arquitectónicos republicanos, pero con intervenciones no planificadas y pérdida de lectura tipológica en algunos espacios. | Conservación y puesta en valor de los elementos patrimoniales significativos, con intervenciones compatibles, reversibles y claramente legibles. |
| **Uso del inmueble** | Adaptaciones funcionales parciales, con espacios poco flexibles y limitada articulación entre áreas interiores y exteriores. | Reorganización funcional flexible, que responde a usos contemporáneos sin alterar la estructura esencial del inmueble. |

| **Confort térmico** | Estado actual del inmueble | Estado propuesto (intervención) |
|---|---|---|
| **Ventilación natural** | Ventilación irregular, con espacios cerrados o mal conectados al sistema de patios y vanos existentes. | Optimización de la ventilación cruzada a través de patios, vanos y espacios de transición interior–exterior. |
| **Iluminación natural** | Distribución desigual de la iluminación natural, con uso intensivo de iluminación artificial en horas diurnas. | Aprovechamiento eficiente de la iluminación natural, reduciendo la demanda energética y mejorando la calidad espacial. |
| **Eficiencia energética** | Alto consumo energético asociado a iluminación y climatización artificial. | Reducción del consumo energético mediante soluciones pasivas, actualización de sistemas e incorporación de tecnologías eficientes. |
| **Materiales y sistemas constructivos** | Uso de materiales existentes con deterioro parcial y ausencia de criterios ambientales en intervenciones previas. | Reutilización de sistemas constructivos existentes e incorporación de materiales compatibles, reciclables y de bajo impacto ambiental. |
| **Mantenimiento** | Requerimientos frecuentes de mantenimiento correctivo, con soluciones poco durables. | Estrategias de bajo mantenimiento, priorizando materiales durables y soluciones constructivas eficientes. |
| **Resiliencia climática** | Vulnerabilidad frente a humedad, lluvias intensas y variaciones térmicas. | Mayor resiliencia ante escenarios de cambio climático mediante control de humedad, ventilación y soluciones pasivas. |
| **Relación con el entorno urbano** | Escasa integración entre el inmueble y el espacio exterior inmediato. | Fortalecimiento de la relación interior–exterior, generando espacios de transición y uso colectivo. |
| **Impacto ambiental** | Alta huella ambiental asociada al consumo energético y a intervenciones poco eficientes. | Disminución de la huella ambiental mediante criterios de sostenibilidad integral y economía circular. |

Fuente: Elaboración propia

En conjunto, los resultados demuestran que la aplicación de criterios de retrofit bioclimático en una vivienda republicana ubicada fuera del centro histórico de Popayán permite revitalizar el patrimonio construido, mejorar su desempeño ambiental y funcional y garantizar su permanencia en el tiempo. De este modo, se valida la metodología propuesta y se consolida un modelo de intervención replicable para edificaciones patrimoniales en ciudades intermedias con condiciones climáticas y normativas similares.

# Conclusiones y recomendaciones

# Cap 7

La presente investigación permitió evidenciar que el patrimonio arquitectónico de Popayán no se define únicamente por la antigüedad de las edificaciones ni por su localización dentro del centro histórico, sino por la presencia de valores históricos, arquitectónicos, tipológicos y urbanos que las convierten en testimonios representativos del desarrollo de la ciudad. En este sentido, una construcción no es patrimonial por el solo hecho de ser antigua o formalmente atractiva, sino por su capacidad de expresar una etapa específica del proceso urbano, un modo de habitar y unas características arquitectónicas singulares.

Bajo esta perspectiva, la vivienda republicana ubicada en el barrio Prados del Norte se constituye como un ejemplo de patrimonio no monumental, al concentrar valores espaciales y formales propios de los procesos de expansión temprana de Popayán, a la vez que evidencia una condición de vulnerabilidad derivada de la ausencia de instrumentos normativos específicos para su protección. El paso del tiempo, lejos de conferir valor por sí mismo, implica procesos de desgaste que hacen necesaria una gestión activa del patrimonio, orientada a su reconocimiento, intervención y adaptación compatible dentro de las dinámicas contemporáneas de la ciudad.

Este fenómeno caracteriza a múltiples ciudades intermedias patrimoniales colombianas que enfrentan desafíos similares. La investigación sobre estas urbes ha documentado que presentan variables significativas dentro de la interpretación y ejecución de las normas sobre patrimonio arquitectónico (Buitrago-Campos, 2009), evidenciando procesos de desarrollo desiguales donde en algunos casos la norma urbana ha primado sobre la norma patrimonial (Buitrago-Campos, 2016).

Uno de los principales aportes del estudio radica en la identificación crítica del vacío normativo existente fuera del perímetro del PEMP, situación que ha permitido la transformación indiscriminada, demolición o banalización de edificaciones con valor patrimonial. Este escenario pone en evidencia una concepción restringida del patrimonio urbano, centrada en la monumentalidad del centro histórico y ajena a los procesos de expansión que también configuran la memoria material de la ciudad.

Desde el punto de vista ambiental y funcional, el diagnóstico realizado evidenció que muchas de las problemáticas asociadas a estas edificaciones como: déficit de confort térmico, ventilación inadecuada, baja eficiencia energética, no constituyen una condición inherente a su arquitectura, sino el resultado de intervenciones no planificadas y de la falta de estrategias de actualización compatibles.

La aplicación del enfoque de retrofit bioclimático se consolidó como una estrategia viable y efectiva para la conservación activa del patrimonio arquitectónico. Los resultados proyectuales demuestran que es posible actualizar edificaciones patrimoniales mediante intervenciones mínimas, reversibles y compatibles, evitando modelos basados en la demolición y sustitución, los cuales incrementan la huella ambiental y la pérdida de memoria urbana.

La investigación evidenció que la sostenibilidad en edificaciones patrimoniales debe abordarse desde una perspectiva integral, que trascienda la eficiencia energética y considere aspectos como la durabilidad, el bajo mantenimiento, la reutilización de materiales y la resiliencia frente al cambio climático. En este marco, el patrimonio se reconoce no solo como un bien cultural, sino como una infraestructura ambiental y urbana capaz de contribuir a modelos de ciudad más sostenibles y equitativos.

En términos metodológicos, el trabajo valida la investigación-creación como un enfoque pertinente para el estudio del patrimonio arquitectónico, al permitir articular el análisis técnico con la propuesta proyectual. La investigación-creación en arquitectura, reconocida oficialmente por Minciencias desde 2014, aporta nuevos escenarios para la generación de conocimiento (Minciencias, 2015). La construcción de planos, detalles y visualizaciones no se entiende como un resultado meramente gráfico, sino como una forma de conocimiento que evidencia la aplicabilidad real de los criterios teóricos y técnicos desarrollados.

Finalmente, el estudio concluye que la conservación del patrimonio arquitectónico fuera del centro histórico de Popayán requiere un cambio de enfoque tanto normativo como proyectual. Es necesario avanzar hacia políticas urbanas que reconozcan la diversidad patrimonial de la ciudad y promuevan instrumentos flexibles de intervención, capaces de articular conservación, sostenibilidad y uso contemporáneo. La propuesta desarrollada no solo responde a un caso particular, sino que plantea un modelo replicable para la intervención sostenible del patrimonio construido en ciudades intermedias con condiciones climáticas, urbanas y normativas similares.

### 7.1. Recomendaciones

En coherencia con los objetivos planteados, se recomienda ampliar los criterios de valoración y gestión del patrimonio arquitectónico más allá del centro histórico de Popayán, incorporando lineamientos específicos para edificaciones republicanas ubicadas en sectores de expansión temprana. Se sugiere la formulación de instrumentos normativos complementarios al PEMP que establezcan criterios de protección para edificaciones con valor patrimonial localizadas fuera del centro histórico.

En relación con el retrofit bioclimático como estrategia de intervención, se recomienda promover este enfoque como alternativa prioritaria frente a la demolición, enfatizando en intervenciones mínimas, reversibles y compatibles. Se sugiere establecer programas de incentivos para propietarios que implementen estrategias de retrofit bioclimático, incluyendo exenciones tributarias, financiamiento preferencial y asistencia técnica especializada.

Se sugiere que futuras intervenciones incorporen procesos de evaluación post-ocupacional que permitan validar cuantitativamente los impactos de las estrategias bioclimáticas implementadas, fortaleciendo la toma de decisiones técnicas. La implementación de sistemas de monitoreo que registren variables ambientales generaría evidencia empírica que sustente futuras decisiones proyectuales.

Finalmente, se recomienda extender este tipo de estudios a otros casos similares en Popayán y en ciudades intermedias con condiciones climáticas y urbanas afines, así como fortalecer la articulación entre academia, administración pública y comunidad para consolidar una gestión más integral del patrimonio construido. Se sugiere la creación de un observatorio del patrimonio arquitectónico de ciudades intermedias colombianas que documente sistemáticamente edificaciones con valor patrimonial localizadas fuera de los centros históricos protegidos.

# Bibliografía

Arango, S. (1989). Historia de la arquitectura en Colombia. Bogotá: Centro Editorial y Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia. https://www.academia.edu/37283715/Historia_de_la_Arquitectura_en_Colombia

Asdrubali, F., Baldassarri, C., & Fthenakis, V. (2013). Life cycle analysis in the construction sector: Guiding the optimization of conventional Italian buildings. Energy and Buildings, 64, 73-89. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.04.018

Ascanio-Rangel, M. (2021). Arquitectura sostenible e interactiva como solución a la segregación en la ciudad de Varsovia. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Colombia. https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/eef81552-bab0-46c6-a082-489abe87cd46/content

ASHRAE. (2020). ANSI/ASHRAE Standard 55-2020: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy

Babaglio, A. (2022). Metodología de estudio previo a una intervención sostenible sobre patrimonio arquitectónico. Caso de referencia: Anfiteatro Martín Fierro. Conferencia. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/151251

Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2010). The rhetoric of adaptive reuse or reality of demolition: Views from the field. Cities, 27(4), 215-224. https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.12.005

Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2011). Adaptive reuse of heritage buildings. Structural Survey, 29(5), 411-421. https://doi.org/10.1108/02630801111182439

Brandi, C. (2007). Teoría de la restauración. Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1963). https://www.academia.edu/17667829/Brandi_teoria_de_la_restauracion

Buitrago-Campos, L. (2009). El caso de las ciudades intermedias patrimoniales en Colombia: Una visión a partir de las políticas públicas. Revista de Arquitectura (Bogotá), 11, 98-107. https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/741

Buitrago-Campos, L. (2016). Conservar o renovar: Dinámicas de construcción en el centro histórico de tres ciudades intermedias patrimoniales. Revista de Arquitectura, 18(2), 40-49. https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.2.4

Campos, G. (2020). Reseña de los conceptos: reciclaje, restauración y rehabilitación desde el punto de vista arquitectónico. Simposio de Investigación en Sistemas Constructivos Computacionales y Arquitectónicos. Universidad Juárez del Estado de Durango, México, 12 de noviembre. http://fica.ujed.mx/Reciclaje%20%20Arquitect%C3%B3nico.pdf

Carmona, M. (2009). Aproximación de una metodología para la proyectación de un objeto arquitectónico sustentable. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México. http://132.248.9.195/ptd2010/enero/0653442/Index.html

Carlucci, S., Causone, F., De Rosa, F., & Pagliano, L. (2015). A review of indices for assessing visual comfort with a view to their use in optimization processes to support building integrated design. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47, 1016-1033. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.062

Carrión, F., & Hanley, L. (Eds.). (2005). Regeneración y revitalización urbana en las Américas: hacia un estado estable. FLACSO Ecuador. https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43617.pdf

Castellanos-Ruiz, V. (2022). La arquitectura sostenible y su impacto en los contextos patrimoniales: proyecto arquitectónico – Teatro Municipal de Zipaquirá. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Colombia. https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/20c1cc85-3ab5-46e2-a25e-5809c6c5f2d5/content

Chen, Y., Tong, Z., & Malkawi, A. (2017). Investigating natural ventilation potentials across the globe: Regional and climatic variations. Building and Environment, 122, 386-396. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.026

Chiu, L. F., Lowe, R., Raslan, R., Altamirano-Medina, H., & Wingfield, J. (2014). A socio-technical approach to post-occupancy evaluation: Interactive adaptability in domestic retrofit. Building Research & Information, 42(5), 574-590. https://doi.org/10.1080/09613218.2014.912539

Congreso de la República de Colombia. (2008). Ley general de cultura, ley 297 e 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008.

Consejo Europeo. (2018). Declaración de Davos: Hacia una cultura de construcción de calidad para Europa. https://davosdeclaration2018.ch/media/declaracion_de_davos_2018_es.pdf

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and Conducting Mixed Methods Research (3rd ed.). SAGE Publications..https://us.sagepub.com/en-us/nam/designing-and-conducting-mixed-methods-research/book241842

Cubillos, J. C. (1959). El Morro de Tulcán (pirámide prehispánica): Arqueología de Popayán, Cauca - Colombia. Revista Colombiana de Antropología, 8, 215-357. https://revistas.icanh.gov.co/index.php/rca/article/view/1768

Doctor-Pingel, M., Vardhan, V., Manu, S., Brager G. & Rawal, R. (2019). A study of indoor thermal parameters for naturally ventilated occupied buildings in the warm-humid climate of southern India. Building and environment, 151(15), 1-14. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.026

Douglas, J. (2006). Building Adaptation (2nd ed.). Butterworth-Heinemann. https://doi.org/10.4324/9780080458519

Fatorić, S., & Seekamp, E. (2017). Are cultural heritage and resources threatened by climate change? A systematic literature review. Climatic Change, 142(1), 227-254. https://doi.org/10.1007/s10584-017-1929-9

Foster, G., & Kreinin, H. (2020). A review of environmental impact indicators of cultural heritage buildings: A circular economy perspective. Environmental Research Letters, 15(4), 043003.https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab751e

Galatioto, A., & Beccali, M. (2016). Aspects and issues of daylighting assessment: A review study. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 66, 852-860.https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.018

García, J. (2015). La investigación histórica en los proyectos de gestión del patrimonio construido: propuesta metodológica. Revista de museología Kóot, 6, 119-130. https://doi.org/10.5377/koot.v0i6.2296

Givoni, B. (1998). Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons.https://books.google.com/books?id=4K5QAAAAMAAJ

Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez, G., & Ruiz, P. D. (2023). Bioclimarq 2023: Herramienta de análisis bioclimático. Universidad de Colima.

Gómez, J. & Cirvini, S. (2022). La adaptabilidad en edificios patrimoniales. Conceptos y alcance. Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural, 35. https://doi.org/10.11144/Javeriana.apu35.aepc

Groat, L. N., & Wang, D. (2013). Architectural Research Methods (2nd ed.). John Wiley & Sons. https://nexosarquisucr.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/architecturalresearchmethods-groat_wang.pdf

Guerra, M. & Julcahuanca, J. (2024). Reciclaje arquitectónico y vivienda colectiva. Reflexiones para el habitar contemporáneo. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Cuaderno 246, 85-100. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10037506.pdf

Gutierrez, R.(2012). La conservacion y el patrimonio en America Latina: algunos temas de debate. Visualidades, 7(1). https://doi.org/10.5216/vis.v7i1.18126

Historic England. (2020). Energy Efficiency and Historic Buildings: Application of Part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings. https://historicengland.org.uk/images-books/publications/energy-efficiency-historic-buildings-ptl/

ICCROM. (2022). Preventive Conservation: Reducing Risks to Collections.https://www.iccrom.org/section/preventive-conservation

ICOMOS. (1964). Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios (Carta de Venecia). II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos.https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/01/venice_sp.pdf

ICOMOS. (1994). Documento de Nara sobre la Autenticidad.https://www.icomos.org/charters/nara-sp.pdf

ICOMOS. (1999). Carta de Burra para Sitios de Significación Cultural. Australia ICOMOS. https://australia.icomos.org/wp-content/uploads/The-Burra-Charter-2013-Adopted-31.10.2013.pdf

IEA - International Energy Agency. (2014). Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency. https://www.iea.org/reports/capturing-the-multiple-benefits-of-energy-efficiency

Juan, Y. K., Gao, P., & Wang, J. (2009). A hybrid decision support system for sustainable office building renovation and energy performance improvement. Energy and Buildings, 42(3), 290-297. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.09.006

La Quinta Fachada. (2024). Rehabilitación de edificios históricos: preservando nuestro patrimonio cultural. https://laquintafachada.com/rehabilitacion-de-edificios-historicos/

Leissner, J., Kilian, R., Kotova, L., Jacob, D., Mikolajewicz, U., Broström, T., Ashley-Smith, J., Schellen, H. L., Martens, M., van Schijndel, J., Antretter, F., Winkler, M., Bertolin, C., Camuffo, D., Simeunovic, G., & Vyhlídal, T. (2015). Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations. Heritage Science, 3(1), 38. https://doi.org/10.1186/s40494-015-0067-9

Lidelöw, S., Örn, T., Luciani, A., & Rizzo, A. (2019). Energy-efficiency measures for heritage buildings: A literature review. Sustainable Cities and Society, 45, 231-242. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.029

Loke, M., Kumar, P. y Cutrone, G. (2023). Challenges in characterization and development of suitable historic repair mortars. International journal of convervation science, 14(3), 783-802. https://ijcs.ro/public/IJCS-23-53_Loke.pdf

Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. Energy and Buildings, 55, 889-902. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.018

Madrid, Y. (2019). Una interpretación sobre las ideas de Cesare Brandi en la Teoría de la restauración. Conversaciones… con Cesare Brandi y Guilio Carlo, 95-116. https://revistas.inah.gob.mx/index.php/conversaciones/article/view/14817/15838

Maldonado, L., Rivera, D. & Vela, F. (2005). Los estudios preliminares en la restauración del patrimonio arquitectónico. Ed. Mairea Libros. https://oa.upm.es/80559/3/80559.pdf

Marroquín, J. (2018). Reciclaje de edificios industriales como estrategia de intervención urbana. Centro de innovación tecnológica para la industria textil –CITIT- Puente Aranda. Trabajo de pregrado. Universidad Católica de Colombia. https://hdl.handle.net/10983/22708

Martín, F., & Rodríguez, S. (2012). La arquitectura republicana en Colombia. En Historia de la arquitectura colombiana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Martínez Molina, A., Tort Ausina, I., Cho, S., & Vivancos, J. L. (2016). Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 61, 70-85. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.018

Ministerio de Ciencias. (2015). Investigación + Creación: Definiciones y reflexiones. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/M601PR04G02%20Investigacion%20%2B%20Creacion%20-%20Definiciones%20y%20reflexiones.pdf

Ministerio de Cultura. (2009). Plan Especial de Manejo y Protección del conjunto de inmuebles de Arquitectura Republicana de Manizales. Bogotá: Ministerio de Cultura.

Ministerio de Cultura de Colombia. (2009). Resolución 2432 de 2009 - Plan Especial de Manejo y Protección del Centro Histórico de Popayán.

Ministerio de Cultura de Colombia. (2019). Decreto 2113 de 2019: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en lo relativo a los Bienes de Interés Cultural del ámbito nacional.

Ministerio de Vivienda (2019). Resolución 0989 de 2019.

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/

Olgyay, V. (1963). Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton University Press. https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691169736/design-with-climate

Oliver, P. (2006). Built to Meet Needs: Cultural Issues in Vernacular Architecture. Architectural Press. https://doi.org/10.4324/9780080476308

Ortega, A. (1982). La arquitectura republicana en Colombia. En Historia del Capitolio Nacional de Colombia. Bogotá: Escala.

Otero-Ortega, A & Bravo, A. (2019). Hábitat sostenible, material reciclable: Mipymes en el proceso de construcción de la vivienda: Proyecto de Formación de Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación del departamento de Sucre, Caribe. Editorial CECAR. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/171228/1/Habitat-sostenible.pdf

Pacheco Arquitectos. (2025). Rehabilitación de Viviendas Históricas: El Arte de Transformar el Patrimonio Arquitectónico en Residencias de Lujo. https://pachecoarquitectos.es/rehabilitacion-viviendas-historicas/

Parada, L. (2021). Patrimonio arquitectónico como espacio de integración artística y cultural “Recuperando su valor hacia la comunidad”. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Colombia. https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/87e18221-afdc-484f-bb18-d2a32f34e813/content

Pérez, J. (2017). La gestión en la arquitectura patrimonial y de nuestros centros históricos. Building & Management, 1 (1), 27-37. https://doi.org/10.20868/bma.2017.1.3522.

Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. Journal of Cleaner Production, 143, 710-718. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055

Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? Energy Policy, 36(12), 4487-4501. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.022

Ramos, D. (2016). El Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan Especial de Manejo y Protección del Patrimonio en los centros históricos de Colombia: El caso Popayán. Devenir - Revista de Estudios sobre Patrimonio Edificado, 3(6), 63-78. https://revistas.uni.edu.pe/index.php/devenir/article/view/301/945

Rasmussen, F., Andersen, T., Rahbæk, A., Birgisdóttir, H. & Bertolin, Ch. (2025). Empirical assessment of life cycle GHG emissions of historical buildings with heritage values. Energy reports, 14, 141-156. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.05.073

Restrepo, L. (2016). Historia de la arquitectura en Colombia. La arquitectura del siglo XIX. Universidad de Antioquia. Disponible en: http://www.medellin-urban-innovation.eca.ed.ac.uk/wp-content/uploads/2016/04/Arquiectura-siglo-XIX-s.pdf

Roberti, F., Oberegger, U. F., & Gasparella, A. (2015). Calibrating historic building energy models to hourly indoor air temperatures: Methodology and case study. Energy and Buildings, 108, 236-243. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.010

Rodríguez, M. (2015). Estrategias de ordenamiento territorial en los centros históricos colombianos, Territorios, 32, 81-95. https://dx.doi.org/10.12804/territ32.2015.04

Salcedo, J. (1983). El centro histórico de Popayán. Apuntes: Revista De Estudios Sobre Patrimonio Cultural, 20, 9-16. https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/9132

Saldarriaga, A. (2009). Thomas Reed: Un arquitecto del siglo XIX. Ensayos: Historia y teoría del arte, 14(17), 139-176. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/ensayo/article/view/23344

Saldarriaga, A., Crespo, A., & Pinzón, J. (2005). En busca de Thomas Reed. Arquitectura y política en el siglo XIX. Bogotá: Instituto Distrital de Patrimonio Cultural. Reeditado en 2021 como parte de la serie Homenajes Arquitectos en Bogotá. https://idpc.gov.co/publicaciones/producto/en-busca-de-thomas-reed-arquitectura-y-politica-en-el-siglo-xix/

Sánchez, L. (2021). La intervención del patrimonio arquitectónico-urbano residencial de Mar del Plata: un problema abierto. AS, 40(61), 40-53. https://doi.org/10.22320/07196466.2022.40.061.03

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. (2021). Más allá de las normas que protegen el patrimonio cultural de nuestra ciudad. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. https://ant.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/mas-alla-de-las-normas-que-protegen-el-patrimonio-cultural-de-nuestra-ciudad-natmon

Secretaría Distrital de Planeación. (s.f.). Bienes de Interés Cultural Inmuebles. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/patrimonio-y-renovacion-urbana/bienes-de-interes-cultural

Servicio Geológico Colombiano. (2023). 40 años del terremoto de Popayán: un momento para pensar en la importancia de construir bien en Colombia. https://www2.sgc.gov.co/Noticias/Paginas/Aniversario-No-40-del-terremoto-de-Popayan.aspx

Soria, F. (2021). La reutilización del patrimonio construido, nuevos usos, buenas prácticas. Revista PH 104.. Especial monográfico. 104, 144-162. https://doi.org/10.33349/2021.104.4958

Stovel, H. (2007). Effective use of authenticity and integrity as world heritage qualifying conditions. City & Time, 2(3), 21-36. https://www.ceci-br.org/novo/revista/docs2007/CT-2007-71.pdf

Therrien, M., Dávila, J. & Pulgarín, Y. (2022). La significación cultural como concepto para la delimitación de centros históricos. Perspectiva Geográfica¸ 26(2), 11-36. https://doi.org/10.19053/01233769.12685

Thomsen, A., & van der Flier, K. (2011). Understanding obsolescence: A conceptual model for buildings. Building Research & Information, 39(4), 352-362. https://doi.org/10.1080/09613218.2011.576328

Tweed, C., & Sutherland, M. (2007). Built cultural heritage and sustainable urban development. Landscape and Urban Planning, 83(1), 62-69. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.05.008

UNESCO. (2021). Climate Change and World Heritage: Policy Document. https://whc.unesco.org/en/documents/186240

Universidad Pontificia Bolivariana. (2024). Patrimonio arquitectónico: memoria, resignificación y sostenibilidad. https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/sostenibilidad/patrimonio-arquitectonico-transformacion-sostenible

Velasco, J. (2022). Consideraciones sobre la arquitectura en Popayán. Ed.Universidad del Cauca. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9789587325133_A47713589/preview-9789587325133_A47713589.pdf

Veldpaus, L., Pereira Roders, A. R., & Colenbrander, B. J. F. (2013). Urban heritage: Putting the past into the future. The Historic Environment: Policy & Practice, 4(1), 3-18. https://doi.org/10.1179/1756750513Z.00000000022

Webb, A. L. (2017). Energy retrofits in historic and traditional buildings: A review of problems and methods. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 77, 748-759. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.145

Wilkinson, S., James, K., & Reed, R. (2014). Using building adaptation to deliver sustainability in Australia. Structural Survey, 32(1), 46-61. https://scispace.com/pdf/using-building-adaptation-to-deliver-sustainability-in-1dl8hr2nzv.pdf

Yin, R. K. (2018). Case Study Research and Applications: Design and Methods (6th ed.). SAGE Publications. https://us.sagepub.com/en-us/nam/case-study-research-and-applications/book250150

Zúñiga-Igarza, L.M., Pérez-Campdesuñer, R., & Sánchez-Rodríguez, A. (2023). Contribuciones de la Gestión Ambiental Urbana a la Conservación de los Valores del Patrimonio Construido. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 15, e20220098. https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20220098