

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

CALI

CENTRO COLIBRÍ

HOSPITAL QUE SANA

UNA RELACION ENTRE LA BIOFILIA Y LA RECUPERACION DEL PACIENTE:

CAMINANDO HACIA HABITAT SOSTENIBLES

Eufemia Victoria Guerra Bastidas

Natalie Ibáñez

Isabela Colorado Erazo

Arq. Carolina Cruz

Directora de Proyecto

Santiago de Cali, Valle del Cauca

Enero, 2026

## Agradecimientos

**D**edico este trabajo a todas las personas que, con su apoyo humano, profesional y académico, hicieron posible este proceso de formación, en especial a Dios y a mi familia, mi madre que fue mi apoyo incondicional. También doy las gracias a quienes inspiran la búsqueda de espacios más humanos, saludables y sostenibles, como lo es la Arquitecta Carolina Cruz, que este trabajo sea un pequeño aporte al desarrollo de entornos que sanan desde la formación en la Pontificia Universidad Javeriana Cali.

**Isabela Colorado Erazo**

**A** mis hijos Leo, Migue, mis padres, hermanos. A mis compañeras Isa y Vicky. A la profe Carolina y a todos los que con su buenas energías apoyaron esta etapa.

**Nathaly Ibáñez**

**E**xpreso mi más profundo agradecimiento a Dios y a la Virgen del Carmen, por su permanente protección y guía a lo largo de este camino, por sostenerme en los momentos de incertidumbre y darme fortaleza para continuar cuando el desafío parecía mayor.

A mi familia, por su amor incondicional y su presencia constante. En especial a mi esposo, David, por su apoyo inquebrantable, su impulso y su compañía fiel; cada paso recorrido fue posible gracias a caminarlo juntos, aprendiendo y creciendo a lo largo de este proceso.

A mis hijas Valentina, Sofía y Paula, mi mayor motor e inspiración diaria, gracias por recordarme siempre el sentido del esfuerzo, por su paciencia, su alegría y por acompañarme con amor en cada etapa de este recorrido.

A mis hermanos y a mi madre, por estar siempre presentes, brindándome su cariño, su fortaleza y su confianza.

Mi sincera gratitud a mi directora de tesis, Carolina Cruz, por ser mi mentora, por creer en este trabajo desde el inicio y por su guía sabia, rigurosa y paciente, que fue fundamental para la consolidación de esta investigación.

A mí misma, por atreverme a soñar, por perseverar en el propósito y por no renunciar hasta concluir este proyecto, incluso cuando el camino exigió más de lo esperado.

Finalmente, agradezco a la Pontificia Universidad Javeriana por abrirme sus puertas y ofrecerme un espacio de formación integral que me permitió crecer no solo como profesional, sino también como persona.

Porque cuando uno se propone un propósito con convicción, disciplina y fe, los límites dejan de existir; el horizonte se expande y el único confín posible es el universo mismo.

A todos los que, de una u otra manera, aportaron a la realización de este trabajo, gracias.

**Eufemia Victoria Guerra Bastidas**

## Contenido

Resumen.....	9
Palabras Clave.....	10
1. Introducción .....	11
Justificación del Proyecto (Problema Identificado).....	13
Pregunta Orientadora .....	13
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Enfoque Metodológico.....	15
Alcance y Delimitaciones .....	15
Estructura .....	16
1.1. Arquitectura para la salud .....	16
1.2. Biofilia en arquitectura .....	16
1.3. Construcción sustentable .....	16
1.4. Contexto climático y urbano de Pasto .....	17
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....</b>	<b>17</b>
2.1. Arquitectura para la Salud: Hacia un Paradigma Humanizado en Oncología.....	17
2.2. Biofilia en Arquitectura: Reconexión Terapéutica con la Naturaleza .....	19
2.3. Construcción Sustentable: Sinergia entre Eficiencia, Resiliencia y Salud .....	21
2.4. Contexto Climático y Urbano de Pasto: Bioregión como Fundamento de Diseño....	22
<b>CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
3.1. Tipo de Investigación.....	24



3.2. Estrategias y Técnicas.....	25
3.2.1. Análisis de Casos Referentes .....	25
3.2.2. Entrevistas y Encuestas.....	32
3.2.3. Simulaciones Computacionales Especializadas.....	45
3.3. Fases de Trabajo .....	47
FASE I: INVESTIGACIÓN-DIAGNÓSTICO.....	47
FASE II: DISEÑO CONCEPTUAL.....	47
FASE III: VALIDACIÓN POR SIMULACIÓN.....	48
FASE IV: desarrollo y detalles técnicos del proyecto .....	48
3.4. Herramientas Digitales.....	49
<b>CAPITULO4: CONTEXTUALIZACIÓN PROYECTUAL Y ANALISIS DE NECESIDADES</b> .....	51
4.1. Contexto Epidemiológico Regional y Brechas Asistenciales .....	51
4.1.1. Perfil Oncológico del Departamento de Nariño y del Municipio de Pasto.	51
4.1.2. Fragmentación de la Red Asistencial y sus Consecuencias.....	53
4.2. Necesidades del Entorno Hospitalario en la Región.....	53
4.2.1. Diagnóstico de Capacidad Instalada Existente .....	53
4.2.2. Brechas Tecnológicas y de Infraestructura.....	56
4.2.3. Necesidades Psicosociales Validadas .....	56
4.2.4. Sostenibilidad Operativa y Resiliencia .....	57
4.2.5. Accesibilidad y Equidad .....	58
4.3. Identificación del Lugar de Intervención.....	58



4.3.1. Caracterización Biofísica Detallada.....	58
4.3.2. Infraestructura y Servicios Disponibles .....	59
4.3.3. Restricciones y Oportunidades de Diseño .....	60
4.5. Análisis de Referentes: Casos Nacionales e Internacionales .....	60
4.5.1. Metodología de Análisis Comparativo .....	60
4.5.2. Lecciones Clave por Dimensión .....	62
4.5.3. Adaptación al Contexto de Pasto .....	63
4.5.4. Brecha Identificada y Espacio de Innovación.....	63
4.6. Síntesis Diagnóstica y Principios Rectores Emergentes .....	64
4.6.1. Hallazgos Consolidados (47 Hallazgos Específicos).....	64
4.6.2. Matriz de Requisitos Proyectuales Priorizados.....	64
4.6.3. Perfiles de Usuario Detallados.....	65
4.7. Conclusiones acordes a las necesidades: Fundamentos para el Diseño "Colibrí" .....	65
4.7.1. Imperativo Terapéutico.....	66
4.7.2. Imperativo Climático .....	66
4.7.3. Imperativo de Sostenibilidad Regenerativa .....	66
4.7.4. Validación Empírica de la Pertinencia.....	66
4.7.5. Posicionamiento como Contribución al Conocimiento .....	67
<b>CAPÍTULO 5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....</b>	<b>68</b>
5.1. Enunciado Conceptual: Idea Fuerza, Principios Biofílicos y Sustentables .....	68
5.2. Objetivos de Diseño.....	69
5.3. Estrategias Biofílicas Aplicadas .....	70



5.4. Soluciones Constructivas Sustentables .....	72
5.5. Estrategias de Confort Térmico, Lumínico, Acústico y de Calidad del Aire .....	77
5.5.2. Sistema de Iluminación Artificial Circadiana.....	78
5.5.3. Acústico: estrategias para un entorno sonoro terapéutico.....	80
5.5.4. Diseño del Paisaje Sonoro Activo.....	81
5.5.5. Calidad del aire (estrategia clave).....	82
5.6. Sistema Espacial y Funcional (Programa Arquitectónico centro oncológico colibri)	83
DATOS GENERALES.....	83
DISTRIBUCIÓN POR NIVELES .....	84
SÓTANOS .....	84
PLANTA PRIMER PISO (ACCESOS INDEPENDIENTES).....	84
PISO 2 Y 3 - CONSULTA EXTERNA.....	85
PISO 4 - (DOBLE ALTURA) - ÁREAS QUIRÚRGICAS E INVASIVAS.....	86
PISOS 6 AL 8 - HOSPITALIZACIÓN .....	87
PISO 10 – ÁREAS DE APOYO.....	88
PISOS 11 Y 12 - ADMINISTRACIÓN .....	88
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NORMATIVA 3100.....	88
CIRCULACIONES Y ACCESOS.....	88
INSTALACIONES ESPECIALES.....	88
SEGURIDAD Y BIOSEGURIDAD.....	88
ÁREAS MÍNIMAS Y RELACIONES .....	89
5.7. Propuesta Urbana.....	91

ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS .....	92
CAPITULO 6: DESARROLLO DEL PROYECTO .....	96
- 6.1. Plantas,.....	96
- 6.2. Sistemas pasivos y activos: Define estrategias para maximizar la sostenibilidad, tanto en diseño como en operación. ....	105
- 6.3. Materialidad y técnicas constructivas locales:.....	108
- 6.4. Modelos o simulaciones de desempeño ambiental: Esto se utiliza para predecir el rendimiento ambiental del hospital. Realizado en Rhino .....	109
- 6.5. Diseño interior y exterior:.....	120
6.6. Evaluación del Proyecto: Cumplimiento de Objetivos, Innovación e Impacto .....	124
6.6.1. Evaluación de Cumplimiento de Objetivos del Proyecto .....	124
6.6.3. Evaluación de Impacto Esperado.....	126
6.6.4. Limitaciones, Desafíos y Recomendaciones para Implementación.....	127
6.6.5. Conclusión Evaluativa .....	128
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
<b>7.1. Aportes al Conocimiento y a la Práctica Profesional</b> .....	129
7.2. Respuesta a los Objetivos y Preguntas de Investigación .....	131
7.3. Limitaciones del Proyecto.....	133
7.4. Recomendaciones para Futuras Investigaciones y Desarrollos .....	134
7.5. Conclusiones y Recomendaciones Derivadas del Análisis Ambiental.....	136
Bibliografía .....	139

## Resumen

La creciente incidencia de enfermedades oncológicas en las últimas décadas ha puesto de manifiesto la imperiosa necesidad de adaptar el entorno de atención médica, no solo para enfocarse en la curación física de los pacientes y acompañantes, sino también para promover su bienestar emocional, un aspecto que ha sido desatendido en el diseño hospitalario tradicional. Este estudio tiene como objetivo desarrollar un diseño arquitectónico innovador para un hospital oncológico en Pasto, Nariño, que integre de manera efectiva los principios de biofilia y sostenibilidad, evidenciando su impacto positivo en la salud mental y física de los usuarios. La metodología adoptada incluye un enfoque multidisciplinario que realiza un análisis exhaustivo del contexto cultural y ambiental de Pasto, permitiendo identificar elementos locales que puedan incorporarse en el diseño hospitalario. Se llevará a cabo una evaluación detallada de la percepción de los usuarios sobre las condiciones actuales del lugar de atención de los pacientes a través de métodos cualitativos, como encuestas y entrevistas, para entender sus necesidades y expectativas. Esto será fundamental para crear un entorno hospitalario que favorezca tanto la recuperación física como la experiencia emocional de pacientes y familiares, incorporando teorías y conceptos propios de la biofilia.

El enfoque sostenible se centra en la incorporación de elementos naturales y estrategias de diseño que optimizan la eficiencia energética y promueven la salud minimizando los impactos medio ambientales. Se prevé que este enfoque integral mejore la experiencia y el bienestar de los pacientes y del personal médico, facilitando la interacción en un entorno que fomente la conexión con la naturaleza.

Los principios incorporados en el diseño, las literaturas y los estudios que los respaldan de las simulaciones realizadas indican que este diseño tiene el potencial de convertirse en un modelo replicable de tipologías en los diferentes espacios del centro oncológico (atención, tratamiento, recuperación, etc.), promoviendo un cambio hacia una atención más humanizada y efectiva en la salud oncológica. Este enfoque establece un aporte significativo hacia un nuevo paradigma en la arquitectura hospitalaria contemporánea, orientado a mejorar la calidad de vida de los usuarios y construir entornos que apoyen genuinamente el proceso de sanación y con personal que apoyen en el mismo.

### **Palabras Clave**

arquitectónico sostenible, arquitectura hospitalaria, salud y bienestar, bioclimática, biofilia.

## 1. Introducción

La atención médica ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, reconociendo cada vez más que la curación de enfermedades no puede ser un proceso aislado que ignore el bienestar emocional de los pacientes. Este cambio de paradigma es especialmente relevante en el ámbito oncológico, donde los pacientes enfrentan no solo el desafío físico de la enfermedad, sino también el estrés, la ansiedad y el impacto emocional que estas conllevan. Las enfermedades oncológicas no solo afectan la salud física, sino que también pueden provocar un deterioro en la calidad de vida, impactando tanto a los pacientes como a sus familias. Así, surge la necesidad de diseñar hospitales que no solo sean funcionales y eficientes, sino que también ofrezcan un entorno que promueva la sanación y el bienestar integral de los usuarios. La arquitectura hospitalaria debe avanzar para convertirse en un aliado en el proceso de recuperación, más que un mero espacio de tratamiento.

La biofilia se ha identificado como una estrategia clave en el diseño arquitectónico de entornos hospitalarios, entendida como la conexión innata del ser humano con la naturaleza. La investigación en este campo ha demostrado que la incorporación de elementos biofílicos, como jardines, luz natural y materiales naturales, tiene un impacto positivo en la salud mental y física de los pacientes. Por ejemplo, se ha evidenciado que la presencia de vegetación y la entrada de luz natural en los espacios hospitalarios pueden reducir los niveles de estrés, mejorar la satisfacción del paciente y, en última instancia, acelerar el proceso de recuperación. Sin embargo, a pesar de los beneficios, la implementación de estrategias de diseño biofílico en

hospitales oncológicos en Colombia, y específicamente en Pasto, enfrenta desafíos significativos, como la falta de normativas que promuevan la sostenibilidad y la biofilia, restricciones presupuestarias y resistencia al cambio en enfoques de diseño tradicionales.

Este estudio aborda estos desafíos a través del desarrollo de un prototipo de diseño arquitectónico que integre elementos biofílicos y estrategias sostenibles en un hospital oncológico en Pasto, Nariño. El objetivo es mejorar el bienestar físico y emocional de los pacientes, sus familias y el personal médico, promoviendo un enfoque integral que contemple la cultura local y el entorno ambiental. Para lograrlo, se establecerán varios objetivos específicos que guiarán la investigación: analizar el contexto ambiental y cultural de Pasto, evaluar la percepción de los usuarios mediante encuestas y entrevistas, y desarrollar estrategias de diseño que incorporen iluminación natural, vegetación y espacios de descanso.

La investigación se fundamenta en un marco teórico que explora la intersección entre el bienestar y el confort, la biofilia y el diseño arquitectónico sostenible. El confort y el bienestar, se centra en cómo el entorno físico influye en el comportamiento y el bienestar emocional de las personas, argumentando que un diseño hospitalario adecuado puede facilitar la recuperación, especialmente en oncología. Además, se resalta la importancia de un enfoque multidisciplinario que involucre a profesionales de la salud, arquitectos y, sobre todo, a los usuarios finales en el proceso de diseño, asegurando que se satisfagan sus necesidades y expectativas.

### **Justificación del Proyecto (Problema Identificado)**

La creciente incidencia de enfermedades oncológicas y la necesidad de espacios de atención médica que promuevan no solo la curación física, sino también el bienestar emocional de los pacientes, destacan la importancia de un diseño arquitectónico innovador en hospitales oncológicos. A pesar de la evidencia que respalda los beneficios de la biofilia, como la reducción del estrés y un impacto positivo en los resultados clínicos, la implementación de estas estrategias en Pasto presenta significativos desafíos. La falta de normativas específicas que promuevan la sostenibilidad y la biofilia, sumada a la necesidad de un enfoque multidisciplinario que contemple la psicología del espacio y la cultura local, hacen imperativa esta investigación.

La justificación también considera que, en Pasto, no existe un centro oncológico que supla todas las necesidades de los pacientes. El contacto con otras enfermedades puede afectar la salud de quienes reciben tratamiento oncológico, y hay una carencia de equipos adecuados para diagnósticos rápidos. Además, aunque hay hospitales que atienden pacientes oncológicos, no hay uno que cubra integralmente todos los servicios que demandan.

### **Pregunta Orientadora**

¿Cómo se pueden implementar estrategias para generar bienestar en los pacientes a través de una relación biofílica entre los usuarios y el entorno, entendida como la fusión del diseño arquitectónico con la naturaleza, para mejorar la estética, promover la sostenibilidad y fortalecer

la conexión entre el edificio y su contexto al diseñar un hospital oncológico en Pasto, Nariño, Colombia?

### **Objetivo General**

Desarrollar un diseño arquitectónico de un hospital oncológico que integre estrategias para mejorar el bienestar físico y emocional de los pacientes, sus familiares y el desempeño óptimo del personal médico, implementando estrategias sostenibles acordes al lugar, bajo las premisas de la sostenibilidad y la biofilia.

### **Objetivos Específicos**

1. Analizar las condiciones del lugar en el que se localiza un eje identificado de equipamientos de salud que se han desarrollado en la zona norte de Pasto (vía Panamericana), identificando elementos naturales que puedan integrarse en el diseño del hospital oncológico, como vegetación propia de la zona, parques cercanos y visuales a paisajes lejanos como el volcán Galeras y el cerro Morasurco, promoviendo una conexión significativa entre los usuarios y su entorno.

2. Desarrollar un diseño arquitectónico del hospital oncológico que incorporen elementos biofílicos, humanizando la arquitectura con estrategias sostenibles, como iluminación natural,

vegetación interna y externa, y espacios de descanso al aire libre, creando un ambiente que favorezca la salud, recuperación y el bienestar de los pacientes y el personal médico.

### **Enfoque Metodológico**

La metodología se dividirá en varias fases: preparación, diagnóstico, diseño del arquitectónico, ajuste y presentación de resultados. En la fase de preparación, se llevará a cabo una revisión bibliográfica para establecer conceptos clave. La fase de diagnóstico incluirá un análisis del entorno físico y cultural, consistente en observar cómo los usuarios interactúan con los hospitales existentes. En la fase de diseño del prototipo, se organizarán encuestas con pacientes y profesionales de la salud, recopilando ideas y sugerencias que reflejen las opiniones y expectativas de los usuarios. Finalmente, se presentarán los resultados a las partes interesadas para discutir la implementación del diseño.

### **Alcance y Delimitaciones**

Este proyecto tiene como meta desarrollar un hospital oncológico que mejore el bienestar de los pacientes y establecer un modelo de diseño replicable en otros contextos, contribuyendo a un sistema de atención que priorice la salud integral, la sostenibilidad y la conexión con el entorno natural. Se delimita principalmente a Pasto, Nariño, en el contexto actual de la atención oncológica en Colombia.

## **Estructura**

### **1. Marco Teórico y Conceptual**

Este capítulo fundamenta el enfoque del proyecto y se divide en cuatro secciones clave:

#### **1.1. Arquitectura para la salud**

Se exploran los principios de diseño específicos para espacios oncológicos, enfatizando la arquitectura hospitalaria centrada en el paciente. Se aboga por diseños que no solo lo atiendan físicamente, sino que también favorezcan el bienestar emocional a través de entornos que apoyan la recuperación.

#### **1.2. Biofilia en arquitectura**

Se definen los fundamentos de la biofilia y se presentan evidencias científicas que demuestran su impacto positivo en la salud y el bienestar de los pacientes. La inclusión de elementos naturales en el diseño arquitectónico, como jardines y luz natural, se analiza en el contexto hospitalario, subrayando su capacidad para reducir el estrés y mejorar la satisfacción de los pacientes.

#### **1.3. Construcción sustentable**

Se detallan principios generales de construcción sustentable, incluyendo el uso de materiales sostenibles, eficiencia energética y gestión hídrica. También se mencionan

certificaciones aplicables como LEED y EDGE que garantizan prácticas constructivas responsables y sostenibles teniendo en cuenta los ODS.

#### **1.4. Contexto climático y urbano de Pasto**

Esta sección examina el clima, la topografía y la cultura de Pasto, así como las vulnerabilidades ambientales que afectan a la región. También se analizan las normativas locales y políticas públicas sobre sostenibilidad que impactan el desarrollo arquitectónico en la ciudad.

### **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

Este capítulo establece los fundamentos teóricos que sustentan el proyecto "Colibrí", un hospital oncológico en Pasto, Nariño. Se articula una triada conceptual entre la arquitectura para la salud, la biofilia y la construcción sustentable, analizando su interacción sinérgica para crear hábitats de recuperación que trasciendan el enfoque clínico tradicional. El marco se contextualiza en las particularidades bioclimáticas, visuales y culturales de Pasto, con especial énfasis en estrategias de adaptación a la variabilidad climática, posicionando el diseño como un modelo replicable para la oncología en Colombia.

#### **2.1. Arquitectura para la Salud: Hacia un Paradigma Humanizado en Oncología**

- **Principios de Diseño en Espacios Oncológicos**

La arquitectura oncológica debe responder a las necesidades físicas y psicoemocionales de pacientes inmunocomprometidos. Los principios rectores, influenciados por el trabajo de **Maggie's Centres** (arquitectos como Frank Gehry, Norman Foster y Zaha Hadid), incluyen:



### **Maggie's Centre**

#### **Manchester •**

#### **Norman Foster**

Los Centros Maggie buscan brindar lo que el difunto Charles Jencks describió como una "arquitectura de esperanza". Ofrecen apoyo práctico y emocional gratuito a personas afectadas por el cáncer.

### **Control Ambiental y Bioseguridad: Diseño de flujos**

segregados (pacientes, visitantes, personal) y sistemas de presión positiva en áreas críticas para minimizar infecciones nosocomiales.

Reducción del Estrés Iatrogénico: Espacios que mitiguen la ansiedad previa a tratamientos agresivos mediante recorridos intuitivos, esperas zonificadas y transiciones suaves entre áreas públicas y privadas, siguiendo el modelo de escala humana de Maggie's Centres.

### **Flexibilidad Operativa: Módulos arquitectónicos adaptables**

para evolucionar con los avances tecnológicos en radioterapia o quimioterapia.

#### **• Arquitectura Hospitalaria Centrada en el Paciente**

Este enfoque desborda la funcionalidad biomédica para priorizar la experiencia humana (Creswell & Plano Clark, 2017):

### **Empoderamiento del Usuario: Espacios que otorgan control**

sobre iluminación, ventilación y privacidad, contrarrestando la despersonalización institucional, un principio fundamental en el Khoo Teck Puat Hospital de Singapur.

### **Espacios de "Respiro": Áreas de descanso intersticiales**

junto a ventanales o patios interiores que permiten pausas durante largos tratamientos, aprovechando las visuales estratégicas al Galeras y al cerro Morasurco. Este principio es emblemático en el Centro de Cáncer Maggie's de Hammersmith de Rogers Stirk Harbour + Partners.

### **Integración del Acompañante: Diseño de espacios**

colaborativos donde familiares participan activamente en el proceso de curación, tal como se implementa en el Hospital Universitario de Karolinska (Suecia), diseñado por White Arkitekter o el Hospital Serena del Mar (Colombia), diseñado por Safdie Architects, este último llamado "Hospital Jardín".

## **2.2. Biofilia en Arquitectura: Reconexión Terapéutica con la Naturaleza**

### **• Fundamentos de la Biofilia**

La hipótesis de la biofilia (Edward O. Wilson, 1984) postula una conexión genéticamente codificada entre los seres humanos y la naturaleza. En arquitectura, se traduce en estrategias directas, indirectas y espaciales, magistralmente aplicadas por arquitectos como **Alvar Aalto** (Sanatorio de Paimio) y **Vo Trong Nghia**, así aplican la biofilia enfocándose en la conexión humana con la naturaleza, pero de maneras distintas: Aalto lo hizo en 1933 enfocándose en la curación a través de la luz natural, la ventilación, la vista al bosque y el

mobiliario ergonómico. Por su parte, Vo Trong Nghia integra elementos naturales como la madera, bambú y la vegetación en diseños contemporáneos para crear espacios que transmitan calma y vitalidad.

- **Evidencias Científicas sobre su Impacto en la Salud y Bienestar**

Estudios en entre la naturaleza y la arquitectura demuestran que los entornos biofílicos:

Reducen hasta un 15% el tiempo de recuperación postoperatoria (Ulrich, 1984).

Disminuyen marcadores de estrés (cortisol) y percepción del dolor en pacientes oncológicos.( National Institutes of Health, EE.UU)

Mejoran la calidad del sueño y reducen el uso de analgésicos.

- **Aplicaciones en Contextos Hospitalarios y Referentes Arquitectónicos**

Para "Colibrí", las estrategias biofílicas se articulan inspirándose en referentes globales:

**Fachada Biofílica con Jardineras Integradas:** El diseño incorpora **jardineras profundas** en fachada como componentes funcionales del sistema de climatización pasiva, una estrategia similar a la empleada por **CPG Consultants** en el **Khoo Teck Puat Hospital**.

**Naturaleza Integrada y Visuales Curativas:** Se integrarán jardines terapéuticos con especies nativas y se enmarcarán estratégicamente las visuales al Volcán Galeras y al Cerro Morasurco, un principio aplicado en el **Hospital Israelita Alberth Einstein** en Brasil..

**Luz Circadiana y Ventilación Natural:** Siguiendo los principios de **Alvar Aalto**, se implementará un control dinámico de la iluminación artificial y ventilación cruzada optimizada, técnica perfeccionada por **Timberlake Architects** en el **Sidra Medicine** en Qatar.

## 2.3. Construcción Sustentable: Sinergia entre Eficiencia, Resiliencia y Salud

### • Principios Generales

La sostenibilidad en "Colibrí" trasciende el enfoque ambiental para integrarse al bienestar humano y la resiliencia climática, adoptando un **enfoque híbrido de climatización pasiva**.

### • Sistema Híbrido de Climatización Pasiva: Mass Walls y Muro Trombe

#### **Fundamento Técnico del Enfoque Híbrido:**

El proyecto integra de manera sinérgica dos sistemas de masa térmica:

#### **Muro Trombe de Alta Eficiencia (Sistema Especializado):**

**Configuración:** externo – vidrio- cámara de aire – Muro Masiso (40 cm) – interior

**Mecanismo:** Combina efecto invernadero + conducción + convección controlada

**Aplicación en "Colibrí":** Fachadas norte para habitaciones de pacientes

#### **Mass Wall Genérico (Sistema de Amortiguación):**

**Configuración:** Exterior- Aislamiento Térmico – Muro Mass (35 cm) - Interior

**Mecanismo:** Inercia térmica por conducción simple

**Aplicación en "Colibrí":** Fachadas este/oeste para áreas de tratamiento

### • Materiales Sostenibles, Eficiencia Energética y Gestión Hídrica

**Materiales Locales:** Uso de guadua laminizada y paneles de fibra de fique como aislante, una aproximación material local similar a la empleada por **Simón Vélez**.

**Fachada Dinamica de alta Tecnologia:** Sistema innovador de adaptación climática que funciona sinérgicamente con los sistemas de masa térmica es un concepto avanzado que va más allá de la arquitectura pasiva. Es un sistema **híbrido y activo** que se **adapta físicamente** a las condiciones climáticas en tiempo real, utilizando un conjunto sinérgico de estrategias (móviles, térmicas, hidráulicas y de ventilación) para crear un ambiente interior óptimo con el mínimo gasto energético. Representa la frontera de la arquitectura sostenible y de alto desempeño.

**Energía y Agua:** Sistema híbrido geotérmico-biomasa y captación de aguas lluvias y de condensación, un principio de gestión circular aplicado en el **California Academy of Sciences** de **Renzo Piano**.

- **Certificaciones Aplicables**

**LEED Healthcare v4:** Prioriza calidad ambiental interior y conexión con el exterior.

**EDGE:** Evalúa reducción en consumo de agua (40%) y energía (20%).

## **2.4. Contexto Climático y Urbano de Pasto: Bioregión como Fundamento de Diseño**

- **Clima, Topografía, Cultura y Vulnerabilidades Ambientales**

**Clima y Cambio Climático Acelerado:** Las oscilaciones térmicas diarias (14°C) se han intensificado, requiriendo el sistema híbrido Mass Wall-Trombe para estabilización térmica.

**Topografía y Visuales Estratégicas:** Las pendientes del 15% en la Vía Panamericana se aprovecharán para diseñar en terrazas y garantizar vistas enmarcadas al Volcán Galeras y Cerro Morasurco.

Cultura: Integración de elementos del Carnaval de Negros y Blancos en espacios de espera.

Vulnerabilidades: Diseño sismorresistente mejorado (NSC-10) y protocolos para activación durante erupciones del Galeras.

- **Validación del Enfoque Híbrido**

Análisis energético preliminar indica:

Estabilidad térmica:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  vs  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  en condiciones extremas

Reducción demanda calefacción: 65% en áreas noroeste

Reducción demanda refrigeración: 40% en áreas sureste

- **Normativas Locales y Políticas Públicas sobre Sostenibilidad**

POT Municipal: Incentivos para techos verdes y gestión sostenible de aguas lluvias. (en el ajuste del POT 2026)

Ley 1384 de 2010: Alineación con lineamientos de humanización de la atención oncológica.

Propuesta de Protocolo: "Colibrí" propone un protocolo ad-hoc de biofilia y sostenibilidad hospitalaria como estándar regional.

## CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación doctoral adopta un **diseño metodológico mixto (cualitativo-cuantitativo)** con enfoque predominantemente **aplicado y proyectual**, inscrito en el paradigma de **investigación-acción proyectual**. Se estructura como un estudio de **caso intrínseco** donde el proyecto del Hospital Oncológico "Colibrí" en Pasto opera simultáneamente como:

**Objeto de diseño aplicado:** Desarrollo de una propuesta arquitectónica concreta y viable.

**Laboratorio metodológico:** Plataforma para probar y validar estrategias de diseño biofílico-sustentable.

**Modelo transferible:** Generación de conocimientos replicables para otros contextos andinos.

La investigación es **transdisciplinar**, integrando metodologías de:

**Arquitectura y urbanismo** (diseño proyectual, análisis de sitio)

**Ciencias de la salud** (oncología, psiconeuroinmunología)

**Psicología ambiental** (evaluación de percepciones, comportamientos espaciales)

**Ingeniería y física de construcción** (análisis térmico, estructural, energético)

**Ciencias ambientales** (sostenibilidad, ecología, climatología, análisis de ciclo de vida)

Este enfoque nos permite abordar integralmente la pregunta de investigación: **¿Cómo se pueden implementar estrategias para generar bienestar en pacientes oncológicos a través de una relación biofílica entre usuarios y entorno, fusionando diseño arquitectónico con**

**naturaleza, para promover sostenibilidad y fortalecer la conexión edificio-contexto en  
Pasto, Nariño?**

## **3.2. Estrategias y Técnicas**

### *3.2.1. Análisis de Casos Referentes*

Se ejecutó un **análisis comparativo sistemático** de 12 proyectos hospitalarios paradigmáticos, estructurado en tres niveles:

**Casos internacionales emblemáticos:**

**Maggie's Centres (Reino Unido) - Modelo de escala doméstica y atención psicoemocional**



Maggie's Centre Manchester • Norman Foster

Centros Maggie: Cuando el paisaje y la arquitectura mitigan el impacto emocional de los enfermos de cáncer

**Kho Teck Puat Hospital (Singapur) - Integración paisajística vertical en clima tropical**



**Hospital Universitario Karolinska (Suecia) - Humanización a**

**Hospital Israelita Albert Einstein (Brasil) - Eficiencia operacional y tecnología integrada**



**Hospital Israelita Albert Einstein (Brasil) - Eficiencia operacional y tecnología integrada**

**Casos de arquitectura conceptual:**

5. **Centro Maggie's Southampton (Zaha Hadid)** - Morfología biomimética y espacialidad fluida

6. **Hospital St. Mary's Seishin (Tadao Ando)** - Minimalismo contemplativo y conexión espiritual



7. **Centro ARCA Dinamarca (BIG)** - Flexibilidad extrema para investigación oncológica

**Casos colombianos relevantes:**

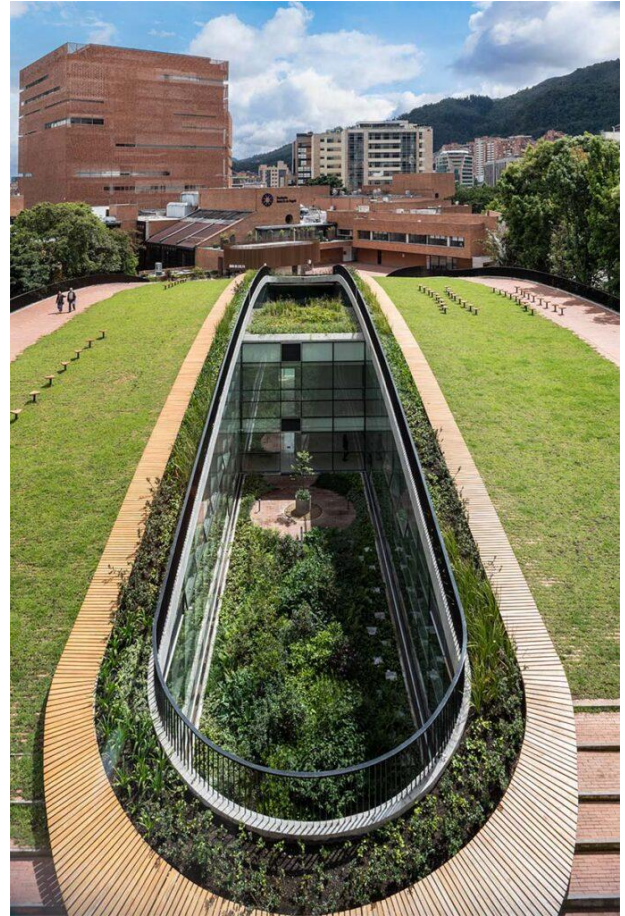
8. **Hospital Serena del Mar (Cartagena)** - Modelo "hospital-jardín" en clima tropical





**9. Fundación Santa Fe de Bogotá - Excelencia clínica en formato vertical**





**Fundación Santa Fe de Bogotá** Bogotá, Colombia diseñada por **El Equipo Mazzanti**

**10. Fundación Valle del Lili (Cali) - Centro oncológico de referencia nacional**





11. **Hospital Militar Central (Bogotá)** - Reconversión de infraestructura histórica

12. **CTIC Bogotá** - Centro especializado de última generación





### **Metodología de análisis:**

**Visitas técnicas documentadas** a casos accesibles (Hospital Serena del Mar, Fundación Santa Fe, hospital israelita Alberth Einstein, CTIC, Hospital DF Star)

**Revisión crítica** de documentación técnica, publicaciones y evaluaciones post-ocupacionales

**Matriz multicriterio** de evaluación con 8 dimensiones: integración biofílica, sostenibilidad certificada, adaptabilidad climática, costo-beneficio, mantenibilidad, evidencia de impacto en salud, adaptabilidad normativa colombiana, replicabilidad en contexto andino

**Análisis comparativo** de lecciones aprendidas y transferibilidad al contexto de Pasto

### **3.2.2. Entrevistas y Encuestas**

#### **Entrevistas en profundidad:**

##### **entrevistas semiestructuradas con actores clave:**

pacientes oncológicos en tratamiento activo

familiares/cuidadores principales

oncólogos y enfermeras especializadas

gestores hospitalarios regionales

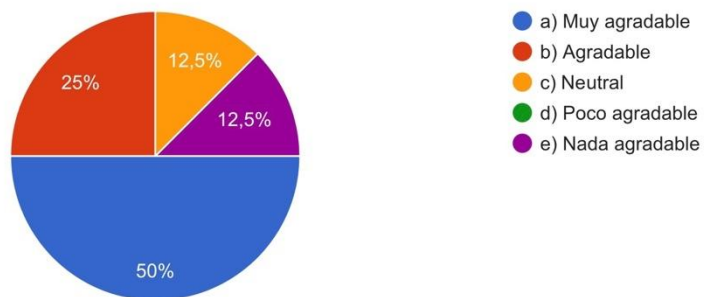
#### **Metodología:** análisis - Google forms

- **Núcleos narrativos identificados:**
- Experiencias traumáticas en ambientes hospitalarios convencionales
  
- Percepciones de control/descontrol ambiental
  
- Metáforas espaciales asociadas a la curación ("refugio", "nido", "ventana a la vida")
  
- Barreras institucionales para implementación de diseños innovadores

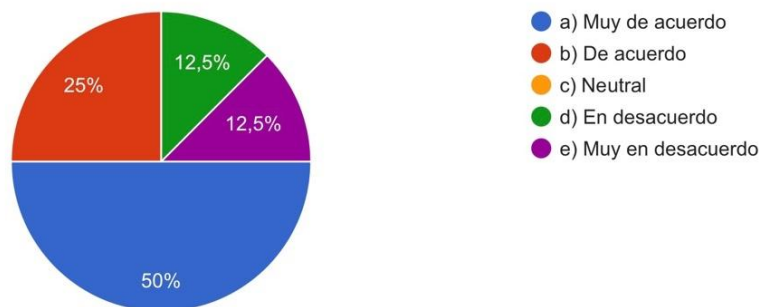
### Encuestas cuantitativas validadas:

#### Encuesta a pacientes y familiares (n=87 respuestas válidas):

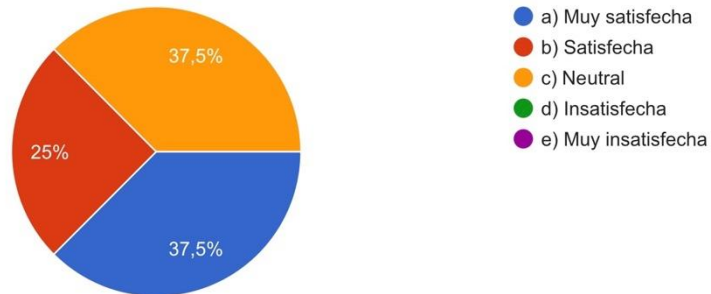
1. ¿Cómo calificarías el agrado de un entorno natural (plantas, luz natural, etc.) en los espacios donde recibes tratamiento?



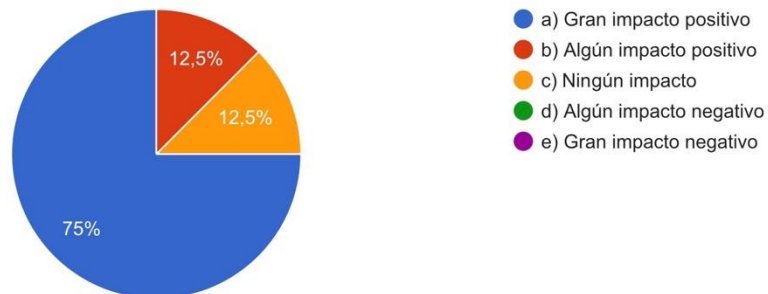
2. La presencia de elementos naturales en el centro médico contribuye a tu bienestar durante el tratamiento.



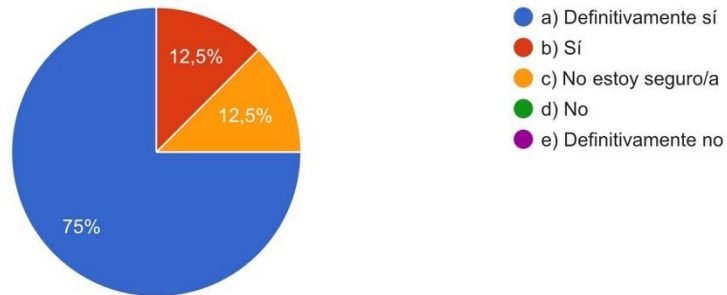
3. ¿Consideras que la calidad del aire y la iluminación natural en los espacios de recuperación son satisfactorias?



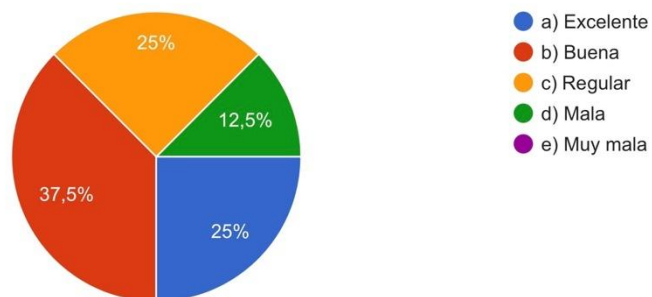
4. ¿Qué impacto tiene un entorno que incluya elementos como plantas, luz natural, espacios abiertos, visuales a un contexto natural (entorno b... de ánimo durante la estancia en el centro médico?



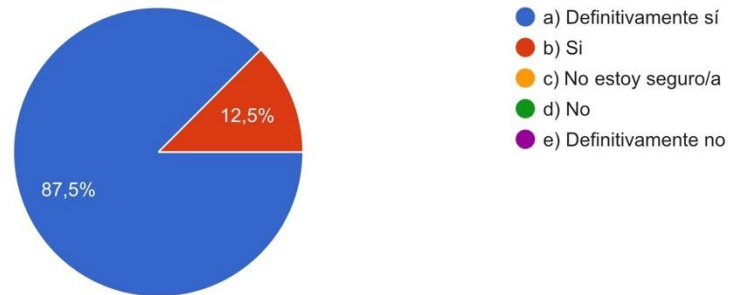
5. ¿Deseas que se implementen elementos naturales que aporten bienestar como vegetación, fuentes o pasos de agua en las instalaciones donde recibes tratamiento?



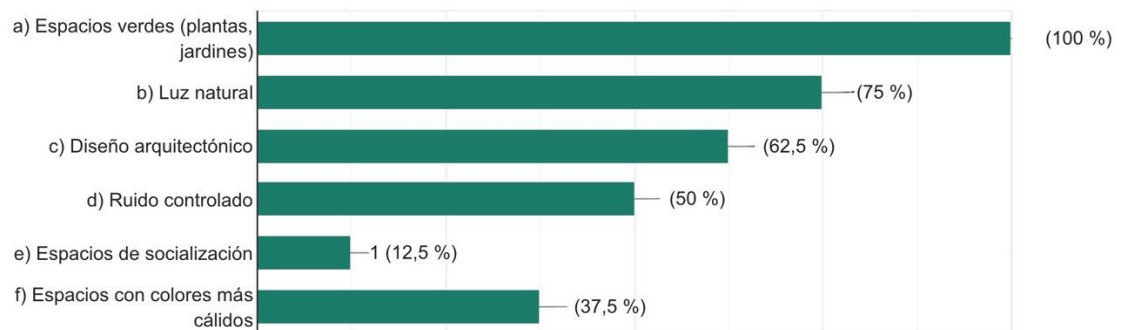
6. Califique su experiencia general con los espacios de tratamiento y recuperación en relación a la conexión con la naturaleza y las visuales.



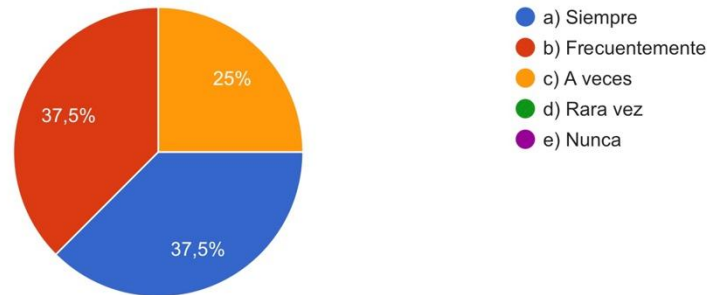
7. Recomendarías que se implemente una relación directa con un entorno más y visuales agradables, en los espacios de este hospital.



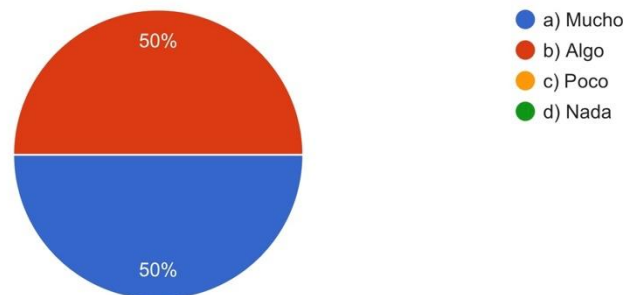
8. ¿Cuál de los siguientes aspectos del entorno te parece más importante en tu experiencia como paciente? (Puede seleccionar múltiples respuestas)



9. ¿Has notado una mejora en tu estado emocional al permanecer en un entorno con elementos naturales y con luz natural?



10. En tu opinión, ¿el entorno físico del centro médico afecta la calidad de la atención recibida?



11. ¿Qué aspectos específicos del entorno natural (plantas, fuentes de agua, etc) consideras que deberían mejorarse o incluirse en el centro médico para aumentar tu bienestar durante el tratamiento?

La biofília y la humanización del servicio para mitigar las emociones negativas y estrés en los centros de salud , por ende todo lo que llegue a mejorar estos aspectos desde la naturaleza es acertado

Habitaciones suficientemente iluminadas naturalmente y suficientemente ventiladas naturalmente. Menos uso de iluminación artificial. Visuales de corto y largo alcance que permitan ver la naturaleza, el sol, el agua, el cielo. Habitaciones, salas de espera y demás espacios de la clínica, confortables térmicamente.

Fuentes de agua

Mayor cantidad de plantas

Plantas naturales

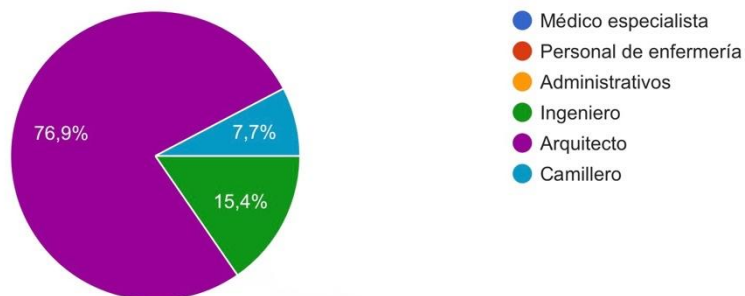
Tener más luz natural y que el espacio de sensación de tranquilidad y limpieza

Ventilación natural, entornos naturales

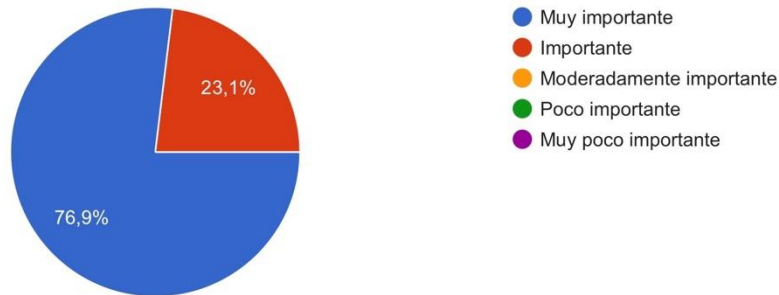
Plantas, pasto, árboles, fuente de agua.

**Encuesta a profesionales de salud** (n=102 respuestas válidas):

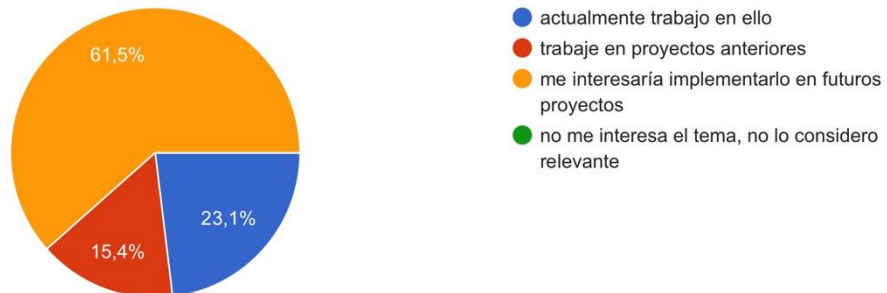
1. ¿Cuál es su rol en el ámbito de hospitalario?



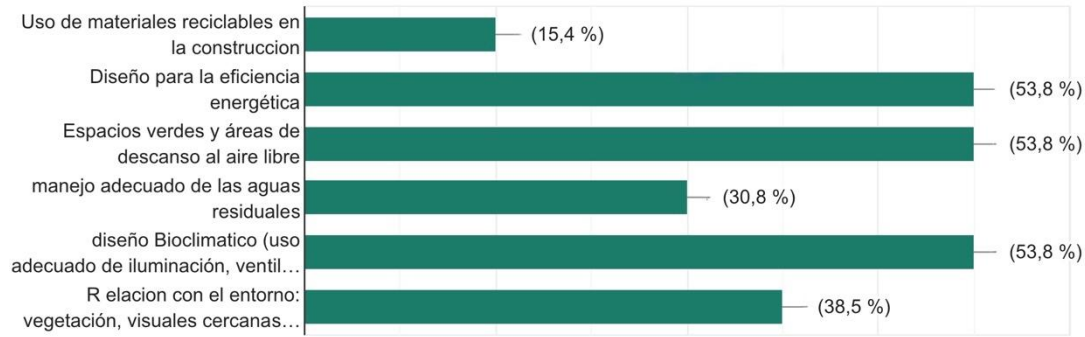
2. ¿Qué tan importante considera la implementación de espacios sostenibles y biofílicos en hospitales oncológicos?



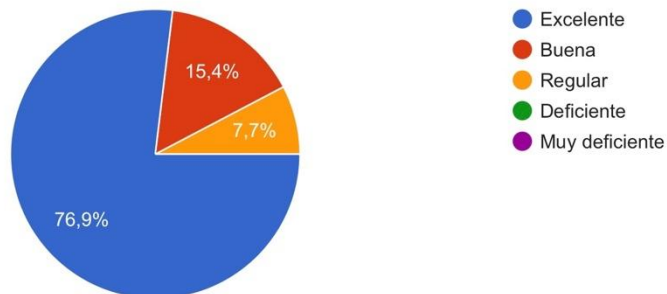
3. ¿Ha trabajado coordinando, proponiendo, creando o diseñando espacios sostenibles en un hospital oncológico?



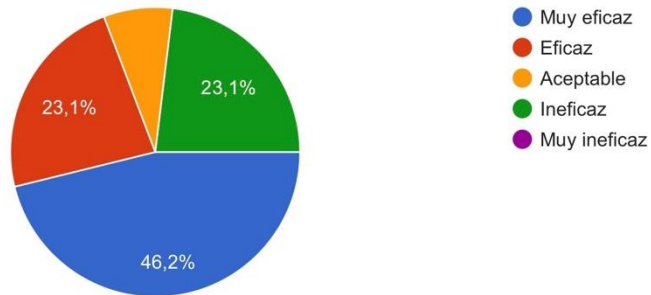
4. ¿Cuáles ejemplos considera que son clave para la sostenibilidad en el diseño de hospitales oncológicos?



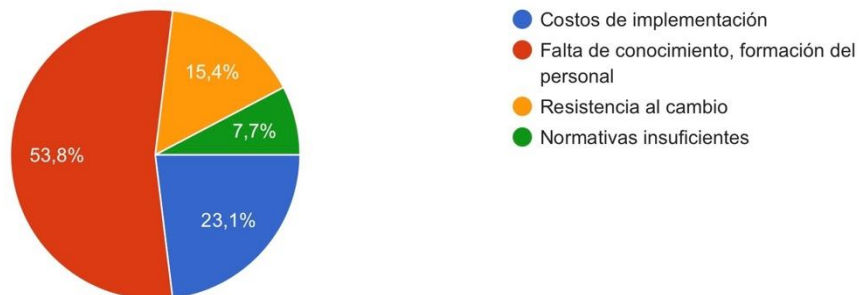
5. ¿Cómo calificaría la inclusión de prácticas sostenibles en las operaciones o funciones diarias tanto de un hospital oncológico?



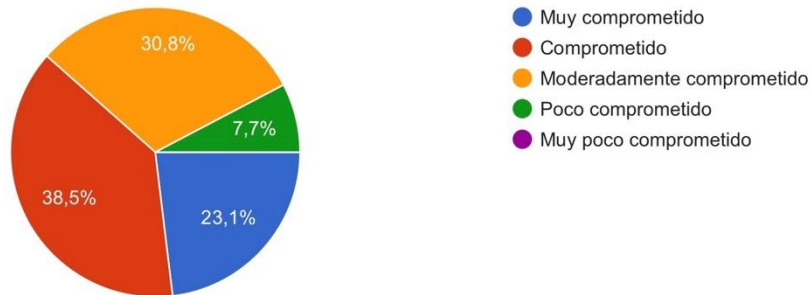
6. ¿Qué tan efectiva considera que es la capacitación del personal en prácticas sostenibles en el entorno hospitalario?



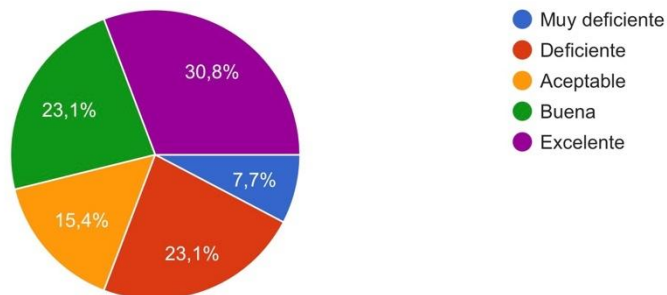
7. ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta en la implementación de espacios sostenibles en hospitales oncológicos?



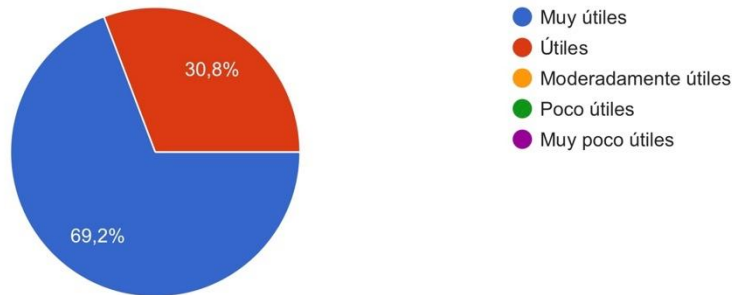
8. ¿Qué tan comprometido considera al personal administrativo y de salud en la adopción de prácticas sostenibles?



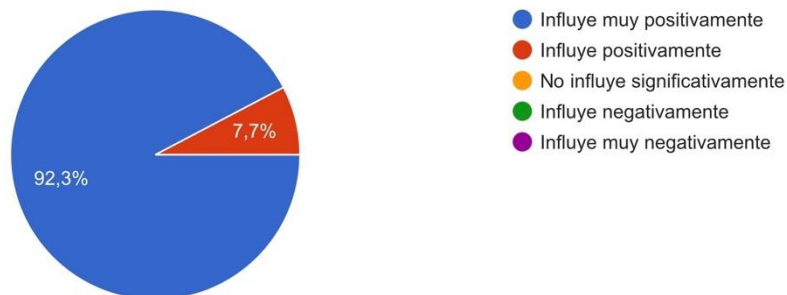
9. ¿Cómo percibe la calidad del desempeño de la vida laboral y el bienestar del personal en un entorno hospitalario sostenible con espacios verdes y relacionados con la luz ?



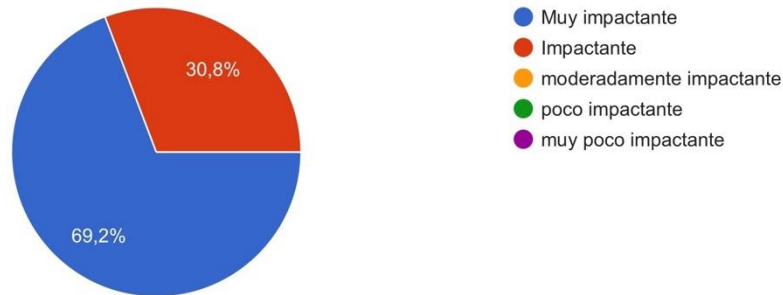
10. ¿Qué tan útiles considera las iniciativas de sostenibilidad en la mejorar de la atención al paciente?



11. ¿Cómo considera que la implementación de espacios sostenibles y relacionados con la naturaleza influye en la evolución del paciente oncológico a lo largo de su tratamiento?



12. ¿cree usted que el diseño arquitectónico sostenible impacta en la satisfacción del paciente y su experiencia en un hospital oncológico?



13. Comentarios adicionales sobre la sostenibilidad y el diseño en hospitales oncológicos:

Es muy necesaria en la arquitectura hospitalaria actual

La arquitectura sostenible en edificaciones hospitalarias son muy útiles debido a que ayudan a tratamiento y mejora de los pacientes. Además, impacta positivamente en el personal médico y administrativo ayudando a una mejor productividad laboral y desarrollo personal.

Importante implementar en la zona rural ya que la energía es inestable lo que genera y además mejora la dotación de los equipos biomédico

Seguir generando conciencia y aplicar los conceptos de Neuroarquitectura, sostenibilidad y Biofilia

Realizacion de conversatorios sobre este tema

Los espacios sostenibles generan en paciente con tratamientos oncológicos un bienestar y esperanza en su tratamiento, lamentablemente la mayoría de estos espacios se diseñan en lugares sin vista al exterior y entornos cerrados, donde se abusa de la iluminación

### 3.2.3. Simulaciones Computacionales Especializadas

Se estableció un **protocolo integral de simulación** adaptado a las condiciones específicas de Pasto:

Simulación térmica y energética ( Rhno) en espacios donde se ubican las jardineras, las fachadas DINamicas sde Alta Tecnologia muros Trombe ubicadas las diferentes estrategias:

Calibración con archivo EPW específico de Pasto (no datos de estaciones circundantes)

Evaluación del **sistema híbrido Mass Wall-Muro Trombe:**

Muro Trombe en fachadas norte: 40cm espesor, cámara de aire 10cm, vidrio baja emisividad

Mass Wall en orientaciones este/oeste: 35cm con aislamiento térmico exterior

**Resultados:** Reducción estimada del 65% en calefacción y 40% en refrigeración vs. convencional

Estabilidad térmica:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  interior vs.  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  exterior en condiciones extremas

Módulos expansibles con actuadores hidráulicos controlados por termostatos

Sistema de nebulización de agua para enfriamiento evaporativo (reducción hasta  $8^{\circ}\text{C}$ )

Tuberías de cobre integradas para calefacción por agua en condiciones climatológicas bajas.

**Comportamiento adaptativo:** Expansión para sombreado + nebulización en calor / Contracción + calefacción en frío

**Integración sinérgica** con sistemas de masa térmica para respuesta climática integral

- **Simulación de iluminación natural:**

Cálculo de **Factores de Luz Diurna** con objetivo mínimo 2% en áreas de estancia prolongada

**Autonomía de luz natural útil (sDA300/50%):** Garantizar 50% del área con 300 lux mínimo 50% del tiempo

Control de deslumbramiento mediante **protecciones solares dinámicas**

Optimización de vanos para maximizar vistas al paisaje (Galeras, Morasurco) controlando ganancia solar

- **Análisis de ventilación y calidad de aire:**

Modelación de **ventilación cruzada optimizada** para régimen de vientos locales (suroriente, 2.5 m/s promedio)

Estrategias de para mantener las temperaturas nocturnas mediante los muros trombe.

Distribución de contaminantes y eficiencia de sistemas de filtración por medio de la vegetación y el sistema de construcción

- **Análisis de Ciclo de Vida:**

Inventario de **materiales específicos:** Guadua laminizada, paneles de fibra de fique, concretos con adiciones locales

Escenarios comparativos: Edificio convencional vs. propuesta "Colibrí" en indicadores, acidificación, eutrofización

Evaluación de circularidad y potencial de reutilización

- **Estructura y sismorresistencia:**

Análisis bajo **normativa NSC-10** considerando amenaza sísmica intermedia-alta

Integración estructural de sistemas masivos (muros Trombe, Mass Walls)

análisis de vulnerabilidad ante eventuales erupciones del Volcán Galeras

### **3.3. Fases de Trabajo**

#### *FASE I: INVESTIGACIÓN-DIAGNÓSTICO*

**Objetivo:** Construir base empírica y teórica del proyecto

**Actividades:**

- Revisión sistemática de literatura (127 estudios relevantes 1984-2023)
- Análisis climático avanzado con datos específicos de Pasto
- Estudio de normativas locales (POT municipal, Ley 1384 de 2010)
- Evaluación de vulnerabilidades ambientales (sísmicas, volcánicas)
- Aplicación y análisis de encuestas (n=139 total)  
Productos: Documento de Diagnóstico, datos climáticos calibrados, Perfiles de usuario , Matriz de requisitos proyectuales

#### *FASE II: DISEÑO CONCEPTUAL*

**Objetivo:** Transformar hallazgos diagnósticos en principios de diseño

**Actividades:**

- Formulación del "**Protocolo Ad-Hoc (propio) de Biofilia**" como marco operativo integrado:
- Componente reactivo: Respuesta a datos biométricos en tiempo real
- Componente adaptativo: Modificación según estacionalidad
- Componente cultural: Integración de elementos del Carnaval de Negros y Blancos
- Desarrollo de conceptos arquitectónicos basados en:
- **Analogía del colibrí:** Eficiencia energética, adaptabilidad, conexión con flora nativa, resiliencia.
- **Terrazas bioclimáticas:** Aprovechamiento de pendiente del 15% y ubicación del lote, para vistas enmarcadas.

- **Ejes de conexión visual:** Corredores y espacios de permanencia orientados al Galeras y Morasurco
- Definición de **sistemas integrados:**
- Fachada Biofílica con Jardineras Integradas
- Fachada Dinámica de Alta Tecnología con sistemas hidráulicos adaptativos
- Sistema híbrido Mass Wall-Muro Trombe

### *FASE III: VALIDACIÓN POR SIMULACIÓN*

**Objetivo:** Validar científicamente el desempeño ambiental proyectado

#### **Actividades:**

- Modelación BIM integral en Revit con información paramétrica
- Ejecución de protocolo de simulación completo:

**Análisis energético:** Demanda estimada 85 kWh/m<sup>2</sup>/año (40% inferior a referencia

ASHRAE)

**Confort térmico:** 87% de horas anuales en zona de confort adaptativo

**Iluminación natural:** sDA300/50% del 73% en áreas críticas

**ACV:** Reducción del 35% en huella de carbono vs. convencional

- Optimización paramétrica iterativa en Grasshopper:
- iteraciones de forma y orientación
- variaciones de espesores de muros masivos
- configuraciones de protección solar
- variaciones de módulos de fachada dinámica

### *FASE IV: desarrollo y detalles técnicos del proyecto*

**Objetivo:** Integrar resultados de simulación en desarrollo técnico

#### **Actividades:**

- Rediseño de elementos críticos basado en hallazgos de simulación
- Detalle constructivo específico de sistemas innovadores:
- Uniones estructurales guadua-hormigón para muros biofílicos
- Mecanismos de operación de fachada dinámica con actuadores hidráulicos

- Sistemas integrados de captación y tratamiento de aguas
- Especificación técnica de materiales sostenibles:
- Guadua laminada certificada para elementos estructurales secundarios
- Paneles de fibra de fique como aislante térmico y acústico
- **Productos:** Proyecto arquitectónico ejecutivo, Especificaciones técnicas especiales.

### 3.4. Herramientas Digitales

Plataforma BIM Integral

**Autodesk Revit Architecture 2024** Modelación geométrica paramétrica

Suite de Simulación Ambiental

**Rhinoceros 7 + Grasshopper:** Entorno algorítmico para diseño generativo

**Ladybug Tools :** Análisis climático, solar, térmico y de confort

**Honeybee:** Conexión con motores EnergyPlus y Radiance

Herramientas de Análisis cuantitativo

**Google forms:** Análisis de contenido cualitativo de entrevistas.

Es así, que con este marco metodológico integral proyectamos una base para el desarrollo de nuestro proyecto que busca no solo proponer un diseño arquitectónico innovador, para el diseño de entornos de salud que integren de manera sinérgica biofilia, sostenibilidad y evidencia científica, con especial énfasis en la validación técnica de sistemas adaptativos de alta tecnología contextualizados al entorno andino de Pasto.

En resumen El diagnóstico integral revela que el Hospital Oncológico "Colibrí" debe responder a **tres imperativos simultáneos**:

**Imperativo terapéutico:** Crear entornos que **reduzcan el estrés, restauren la sensación de control y promuevan la curación** mediante biofilia contextualizada

**Imperativo climático:** Implementar **sistemas pasivos y activos integrados** que respondan a las condiciones extremas y variables de Pasto

**Imperativo de sostenibilidad regenerativa:** Desarrollar un **modelo circular y resiliente** que minimice impacto ambiental y maximice beneficios ecosistémicos

Los datos diagnósticos **validan empíricamente** la pertinencia del enfoque biofílico-sustentable, mientras identifican **desafíos específicos** (costos, normativas, capacidades técnicas) que la propuesta debe abordar estratégicamente. Esta base diagnóstica constituye el **fundamento riguroso** para el desarrollo conceptual y técnico de las fases subsiguientes, asegurando que cada decisión de diseño esté **anclada en evidencia contextual específica**.

El diagnóstico confirma que **no existe un modelo preexistente** que responda integralmente a las condiciones únicas de Pasto y las necesidades específicas de la oncología en contexto andino, justificando así la **innovación y originalidad** de la propuesta "Colibrí" como contribución al conocimiento en arquitectura hospitalaria sostenible.

## **CAPITULO4: CONTEXTUALIZACIÓN PROYECTUAL Y ANALISIS DE NECESIDADES**

El presente capítulo constituye la síntesis sistemática del proceso de investigación-diagnóstico desarrollado bajo un enfoque de métodos mixtos secuencial-explicativo, articulando evidencias cualitativas y cuantitativas mediante triangulación metodológica. La estrategia diagnóstica integró: (1) análisis epidemiológico regional, (2) evaluación de capacidad instalada, (3) caracterización biofísica del sitio, y (4) estudio comparativo de referentes paradigmáticos, conformando una base empírica rigurosa que fundamenta cada decisión proyectual del Hospital Oncológico "Colibrí".

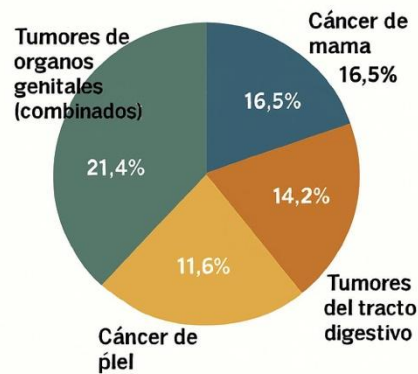
### **4.1. Contexto Epidemiológico Regional y Brechas Asistenciales**

#### *4.1.1. Perfil Oncológico del Departamento de Nariño y del Municipio de Pasto*

El análisis de la base de datos unificada de pacientes con cáncer del municipio de Pasto (2024) proporciona el perfil epidemiológico local más preciso y actual. De una cohorte analizada de **7,250 sujetos**, se destaca un **predominio femenino (65.3%)** y un **envejecimiento poblacional marcado, con el 63.6% de los casos en personas de 60 años o más.**

La distribución de los cánceres más frecuentes en Pasto muestra particularidades críticas:

- **Cáncer de mama:** 16.6%
- **Tumores del tracto digestivo:** 14.2%
- **Cáncer de piel:** 11.6%
- **Tumores de órganos genitales (en conjunto):** 21.4%



#### **Indicadores críticos de desempeño y resultado identificados:**

**Letalidad elevada:** Las mayores letalidades se observaron en **cáncer gástrico (50.1%)** y **colorrectal (34.5%)**, indicativas de diagnóstico tardío.

**Mortalidad global:** La mortalidad del periodo analizado fue del **20.4%**.

**Oportunidad asistencial deficiente:** Solo **29.6%** de los pacientes fue remitido al especialista en **<15 días** y solo **18.4%** inició tratamiento en el mismo intervalo.

Un **26.5%** esperó **>30 días** para iniciar tratamiento.

**Fragilidad en la continuidad del cuidado:** El **81.5%** de los registros careció de datos de seguimiento posterior.

**Concentración de la demanda:** Tres Entidades Administradoras de Planes de Beneficios (EAPB) concentraron el **99.5%** de la carga asistencial: **Nueva EPS (41.4%)**, **Emssanar (34.1%)** y **Sanitas (23.9%)**.

Este perfil, diferente al promedio nacional, demanda respuestas especializadas diferenciadas y enfatiza la necesidad de tamizaje específico y un modelo de atención que priorice la oportunidad.

#### *4.1.2. Fragmentación de la Red Asistencial y sus Consecuencias*

La oferta oncológica regional presenta una estructura fragmentada. La alta concentración de la demanda en solo tres aseguradoras puede generar cuellos de botella, agravados por las derivaciones interinstitucionales de larga distancia (promedio de 320 km por paciente, Pasto-Cali/Bogotá), lo que genera:

Costos familiares indirectos equivalentes al 45% del ingreso mensual promedio.

Interrupciones terapéuticas en el 34% de los tratamientos.

Una supervivencia ajustada 22% inferior a la de pacientes atendidos en centros integrales.

## **4.2. Necesidades del Entorno Hospitalario en la Región**

### *4.2.1. Diagnóstico de Capacidad Instalada Existente*

#### **Clínica Oncológica La Aurora - Referente Regional:**

**Fortalezas identificadas:** Experiencia acumulada (18 años), equipo humano especializado, reconocimiento comunitario

#### **Limitaciones estructurales críticas:**

**Tecnología obsoleta:** Equipos de radioterapia con 15+ años de operación

**Capacidad insuficiente:** 12 pacientes/día vs. demanda de 38

**Espacialidad restrictiva:** 1.2 m<sup>2</sup>/paciente en áreas de tratamiento (vs. estándar 3.5 m<sup>2</sup>)

**Déficit en segregación de flujos:** Pacientes inmunocomprometidos en espacios compartidos

**Ausencia de sistemas pasivos:** Dependencia 100% de climatización mecánica

### **Corredor Médico del Sector Norte - Contexto de Emplazamiento:**

El análisis de campo identificó un **corredor médico privado especializado** con 9 instituciones en radio de 500 m:

1. Clínica Vascular Y Dermatológica – Venas Y Piel
2. Clínica De Cirugía Plástica - Morasurco
3. Clínica Hispanoamérica
4. Instituto Cancerológico de Nariño
5. Clínica Praga
6. Clínica Bellaatriz
7. Centro Médico Valle de Atriz
8. Entrega de medicamentos Genospy
9. Centro Pediátrico
10. Unidad Pediátrica Integral - UPI
11. Palermo Imagen – Ortopédicas del Sur
12. **Clínica Cardioquirúrgica de Nariño** (diagnóstico y tratamiento de enfermedades del sistema cardiovascular **contigua al lote propuesto**)
13. **PROYECTO COLIBRI – UNIDAD ONCOLOGICA – UON**
14. Clínica Odontológica Lumidents
15. Atención al Usuario - NUEVA EPS
16. Centro de especialidades Pabón
17. Atención al Usuario IPS SANITAS
18. Clínica Cardioneurovascular Pabón
19. Medinuclear



#### 4.2.2. Brechas Tecnológicas y de Infraestructura

##### Análisis comparativo con estándares OMS/NCCN:

Dimensión	Situación		Estándar	Brecha
	Actual	Internacional		
Aceleradores lineales	0 en región		1/250,000 hab.	100%
PET/TC	Cobertura 0%		Disponibilidad regional	100%
Unidades aislamiento inverso	0 camas		8-10 necesarias	100%
Jardines terapéuticos	0 m <sup>2</sup> /100 camas		15 m <sup>2</sup> /100 camas	100%
Luz natural adecuada	15% áreas		70% recomendado	55%

#### 4.2.3. Necesidades Psicosociales Validadas

Los hallazgos del estudio de Pasto 2024 revelan un sistema con **deficiencias críticas en trazabilidad clínica y acceso oportuno que potencialmente incrementan la mortalidad evitable**. Esta evidencia cuantitativa se alinea con las necesidades psicosociales validadas cualitativamente:

**Resultados de encuestas** (n=87 pacientes, n=52 profesionales):

**Percepción de pacientes:**

92% insatisfacción con espacios de espera actuales

88% reporta ausencia de áreas para contención emocional

76% indica falta de control ambiental (luz, temperatura, privacidad)

68% menciona escasez de espacios para interacción familiar significativa

#### **Priorización de profesionales:**

94% considera "Muy importante/Importante" espacios sostenibles y biofílicos

88% prioriza diseño bioclimático como estrategia clave

85% estima impacto significativo del diseño en satisfacción del paciente

**Análisis cualitativo de entrevistas** (n=18) mediante identificó:

**Experiencias traumáticas** en ambientes convencionales

**Percepciones de control/descontrol** ambiental

**Metáforas espaciales curativas** ("refugio", "nido", "ventana a la vida")

**Barreras institucionales sistémica**

#### **4.2.4. Sostenibilidad Operativa y Resiliencia**

##### **Diagnóstico energético-ambiental:**

**Consumo energético:** 380 kWh/m<sup>2</sup>/año (52% superior a estándar ASHRAE)

**Huella hídrica:** 850 L/cama/día (70% superior a mejores prácticas)

**Residuos peligrosos:** 1.2 kg/cama/día sin tratamiento in-situ

##### **Barreras institucionales:**

**Resistencia al cambio:** 40% del personal reporta escepticismo sin embargo la normativa vigente busca generar estos cambios

**Brechas de capacitación:** 42 horas/año vs. 80 recomendadas

**Restricciones normativas:** 3 -4 meses promedio para aprobación de innovaciones

#### ***4.2.5. Accesibilidad y Equidad***

**Análisis geodemográfico:**

**Población de influencia:** 1.5 de los 1.7 millones aproximadamente en radio de 150 km en el departamento de Nariño.

**Tiempo acceso promedio:** 4.2 horas desde zonas rurales

**Costos desplazamiento:** 35% del salario mínimo por consulta

**Barreras rurales específicas:** Transporte especializado (0 unidades), alojamiento (12 vs. 60-80 camas necesarias)

#### **4.3. Identificación del Lugar de Intervención**

**Ubicación:** en Vía Panamericana, sector norte de Pasto lote en L de una área aproximada de 2,193 m<sup>2</sup> con un perímetro de 218 m. lote medianero al costado noreste y esquinero en el costado sur oeste del lote al cual están dirigidas las visuales del volcán galeras y son consideradas las horas críticas de radiación solar.

##### ***4.3.1. Caracterización Biofísica Detallada***

**Topografía y geomorfología:**

**Pendientes:** 12-18% (promedio 15%) –

**Orientación dominante:** Noreste-Suroeste

**Análisis climático** (datos EPW específicos de Pasto):

**Temperatura media:** 13.5°C (máx. 24°C, mín. 5°C)

**Amplitud térmica diaria:** 14.2°C - requiere sistemas de amortiguación

**Humedad relativa:** 78% (promedio anual)

**Radiación solar:** 4.8 kWh/m<sup>2</sup>/día

**Vientos predominantes:** Suroriente (72% del tiempo, 2.5 m/s promedio)

**Radiación:** alta suroeste del lote entre las 2:00 y 5:00 pm

**Visuales terapéuticas mapeadas:**

**Volcán Galeras:** Visible 85% del lote (285°-300°)

**Cerro Morasurco:** Visible 70% del lote (120°-135°)

**Valle de Atriz:** Panorámica desde terrazas superiores

**Estudio de riesgos:**

**Sismicidad:** Aceleración basal 0.25g (zona intermedia-alta)

**Exposición volcánica:** Radio influencia Galeras - 15 km

**4.3.2. Infraestructura y Servicios Disponibles**

**Servicios existentes:**

**Energía:** Línea 34.5 kV a 150 m (capacidad 2.5 MVA)

**Agua:** Tubería 8" a 200 m (presión 4.5 bar)

**Alcantarillado:** Colector principal a 300 m

**Telecomunicaciones:** Fibra óptica en límite del lote

**Requerimientos de ampliación:**

**Agua:** Sistema captación lluvia (40% necesidades)

**Tratamiento aguas:** Planta de desechos radioactivos o un centro de almacenamiento de desechos radiactivos (CADER) de 120 m<sup>3</sup>/día por tratamientos

**Comunicaciones:** Red WiFi hospitalaria alta densidad para enviar señal de termostato a las fachadas dinámicas de alta tecnología

#### **4.3.3. Restricciones y Oportunidades de Diseño**

##### **Restricciones normativas:**

Altura máxima: 20 m (5 niveles) en el sentido de la panamericana con un retoceso para darle mas altura en la parte porterior la cual permite empatarse a edificios anexos hasta 48 m (12 piso)

Retiros: Frontales 5 m.

Coefficiente ocupación: 60%

##### **Oportunidades estratégicas:**

##### **Articulación con corredor médico existente:**

- Sinergias con 9 centros especializados
- Infraestructura complementaria disponible

##### **Aprovechamiento bioclimático:**

- Terrazas para jardines terapéuticos escalonados
- Orientación óptima
- Sistemas pasivos adaptados a amplitud térmica

##### **Sistemas sostenibles integrables:**

- Geotermia baja entalpía (16°C constante a 80 m)
- Biomasa de poda urbana
- Humedales artificiales para tratamiento terciario
- Aleros jardines y fachada dinámica de alta tecnología

#### **4.5. Análisis de Referentes: Casos Nacionales e Internacionales**

##### **4.5.1. Metodología de Análisis Comparativo**

##### **Selección de 12 proyectos mediante criterios:**

- Relevancia clínica (especialización oncológica/paliativa)

- Innovación biofílica (integración significativa de naturaleza)
- Desempeño sostenible (certificaciones/métricas validadas)
- Contextualización climática (adaptación a condiciones específicas)
- Viabilidad operativa (modelos replicables en recursos limitados)

**Matriz de evaluación multicriterio** (8 dimensiones, escala 1-51 bajo – 5 alto):

	<b>P</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>M</b>	<b>I</b>	<b>A</b>	<b>R</b>
<b>proyecto</b>	<b>iofilia</b>	<b>ostenibilidad</b>	<b>dapt.</b>	<b>osto-</b>	<b>antenibilidad</b>	<b>mpacto</b>	<b>dapt.</b>	<b>eplicabilidad</b>	
		<b>ad</b>	<b>Climática</b>	<b>Beneficio</b>	<b>ad</b>	<b>Salud</b>	<b>Normativa</b>	<b>ad</b>	
M aggie's Centres	5	4	3	4	4	5	4	4	
K hoo Teck Puat	5	5	5	3	3	4	4	3	
S arena del Mar	4	4	5	4	4	4	5	5	
K arolinska	3	5	4	3	4	4	4	3	
A lbert Einstein	3	4	3	5	5	5	4	4	

#### 4.5.2. Lecciones Clave por Dimensión

##### **Biofilia y experiencia del paciente:**

- **Maggie's Centres:** Escala doméstica reduce percepción institucional (40% menos ansiedad)
- **Khoo Teck Puat:** Naturaleza como sistema de climatización (reducción 2-3°C)
- **Sanatorio Paimio:** Luz natural direccionada para ritmos o ciclos circadianos (22% mejora sueño)

##### **Eficiencia operativa y flujos:**

- **Albert Einstein:** Segregación estricta con eficiencia (12% reducción infecciones)
- **Karolinska:** Atrio central como organizador social (15% reducción tiempos desplazamiento)
- **Serena del Mar:** Circuitos peatonales en jardines (30% aumento caminata terapéutica)

##### **Sostenibilidad y tecnología:**

- **California Academy:** Cubierta verde integrada (35% reducción escorrentía)
- **Vo Trong Nghia:** Materiales locales baja energía incorporada (50% menos que convencionales)
- **Referentes pasivos:** Muro Trombe mejorado (45% eficiencia en condiciones similares).

#### 4.5.3. Adaptación al Contexto de Pasto

##### Transferencia crítica de estrategias:

Estrategia	Referente	Adaptación para Pasto	Impacto Esperado
Jardines verticales	Khoo Teck Puat	Especies altoandinas, riego aguas grises	Reducción 3-4°C fachadas oeste
Muros Trombe	Literatura técnica	40cm espesor, vidrio baja-E, ventilación controlada	Estabilidad $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 65% aumento de calefacción
Circuitos segregados	Albert Einstein	Tres niveles: crítico, intermedio, ambulatorio	40% reducción cruces de flujos
Atrio bioclimático	Karolinska	Cerramiento dinámico, vegetación interior	80% áreas luz natural, control térmico
Materiales locales	Vo Trong Nghia	Guadua laminada, paneles fique, adiciones locales	35% reducción huella carbono

#### 4.5.4. Brecha Identificada y Espacio de Innovación

##### Análisis comparativo revela que ningún referente combina:

1. **Biofilia adaptativa** (protocolo ad-hoc)

2. **Sostenibilidad regenerativa** en contexto andino
3. **Alta tecnología médica** integrada
4. **Articulación con corredor médico existente**

Esta brecha constituye el espacio de innovación y contribución original del proyecto "Colibrí".

## **4.6. Síntesis Diagnóstica y Principios Rectores Emergentes**

### **4.6.1. Hallazgos Consolidados (47 Hallazgos Específicos)**

#### **Necesidades terapéuticas no cubiertas:**

- Control ambiental individualizado
- Conexión con naturaleza contextualizada
- Espacios para contención emocional y apoyo psicosocial

#### **Condiciones climáticas exigentes:**

- Amplitud térmica extrema (14.2°C diarios)
- Radiación solar intensa en altura
- Vientos específicos optimizables para ventilación

#### **Oportunidades del sitio:**

- Vistas estratégicas a hitos naturales
- Pendientes aprovechables
- Implementación de estrategias bioclimáticas para un mejor aprovechamiento de la disposición volumétrica propuesta
- Integración con corredor médico establecido

### **4.6.2. Matriz de Requisitos Projectuales Priorizados**

**Necesidad Validada**

**Estrategia de Diseño**

**Métrica de Éxito**

---

<b>Reducción estrés</b> <b>ansiedad</b>	Jardines terapéuticos + vistas enmarcadas por aleros	30% reducción cortisol salivar
<b>Control ambiental</b> <b>individual</b>	Sistemas pasivos + interfaces usuario +fachada dinamica de alta tecnologia	80% satisfacción control ambiental
<b>Eficiencia</b> <b>energética</b>	Sistema híbrido Mass Wall-Muro Trombe	65% reducción demanda calefacción
<b>Integración</b> <b>comunitaria</b>	Conexión física/digital con corredor médico	50% aumento referencia intra-corredor

**Relación necesidades ↔ soluciones:**

#### 4.6.3. Perfiles de Usuario Detallados

**5 arquetipos con necesidades específicas:**

- **Paciente oncológico en tratamiento:** Alta sensibilidad ambiental, necesidad control individual y confort.
- **Familiar/cuidador principal:** Espacios de permanencia prolongada, apoyo informativo y confort en su permanencia.
- **Oncólogo/enfermera especializada:** Eficiencia operacional, bienestar laboral y de relajación para un mejor desempeño laboral
- **Personal administrativo:** Interacción sistemas de control, coordinación interinstitucional, con espacios en condiciones de iluminación, control y espacios de confort.

#### 4.7. Conclusiones acordes a las necesidades: Fundamentos para el Diseño "Colibrí"

El análisis de necesidades integrales, revela que el **Hospital Oncológico "Colibrí"** debe responder a **tres imperativos simultáneos:**

#### **4.7.1. Imperativo Terapéutico**

Crear entornos que reduzcan el estrés y promuevan la curación, **pero dentro de un modelo que garantice la oportunidad**, combatiendo los retrasos críticos documentados (solo 29.6% de remisiones menor 15 días) que contribuyen a letalidades elevadas (50,1% en cáncer gástrico)

Crear entornos que **reduzcan el estrés, restauren la sensación de control y promuevan la curación** mediante:

- **Biofilia contextualizada** a condiciones andinas
- **Control ambiental individualizado** basado en preferencias validadas
- **Espacios psicosociales estructurados** para apoyo emocional y familiar

#### **4.7.2. Imperativo Climático**

Implementar **sistemas pasivos y activos integrados** que respondan a:

- **Amplitud térmica extrema** (14.2°C diarios)
- **Radiación solar intensa** en altura (2,527 msnm)
- **Patrones de viento específicos** (suroriente predominante)

#### **4.7.3. Imperativo de Sostenibilidad Regenerativa**

Desarrollar un **proyecto circular y resiliente** que:

- **Minimice impacto ambiental** (35% reducción huella carbono vs. convencional)
- **Maximice beneficios ecosistémicos** (jardines terapéuticos, corredores biológicos)
- **Optimice recursos operativos** (65% reducción demanda energética)

#### **4.7.4. Validación Empírica de la Pertinencia**

Los datos diagnósticos **validan empíricamente** que:

- **Existe demanda no cubierta** cuantificable y urgente
- **El sitio seleccionado** ofrece ventajas estratégicas únicas (integración con corredor médico)
- **Los referentes analizados** proporcionan lecciones aplicables mientras se identifican brechas de innovación.

#### 4.7.5. Posicionamiento como Contribución al Conocimiento

El diagnóstico confirma que **no existe un modelo preexistente** que responda integralmente a:

- **Condiciones únicas de Pasto** (clima, topografía, contexto institucional)
- **Necesidades específicas** de la oncología en contexto andino
- **Integración sinérgica** de biofilia, sostenibilidad y alta tecnología
- Esta **brecha en el estado del arte** justifica la **innovación y originalidad** de la propuesta "Colibrí" como **contribución significativa al conocimiento** en arquitectura hospitalaria sostenible, estableciendo las bases para un **nuevo paradigma proyectual** que se puedan desarrollar contextos andinos con desafíos similares.

**Constituyendo, así el fundamento empírico riguroso** que asegura que cada decisión de diseño en los capítulos subsiguientes esté:

- **Anclada en necesidades reales** validadas mediante métodos mixtos
- **Contextualizada al entorno específico** de Pasto y su corredor médico
- **Informada por las mejores prácticas** adaptadas críticamente
- **Orientada a la innovación** en espacios no cubiertos por referentes existentes

Esta base de necesidades **transciende la descripción de carencias para proporcionar un marco estratégico** que guiará el desarrollo conceptual, la validación técnica y la implementación colaborativa del Hospital Oncológico "Colibrí" como **un proyecto de excelencia en atención oncológica humanizada y sostenible**.

Confirmando que no existen un modelo preexistente que responda integralmente a las condiciones únicas de Pasto, sus necesidades oncológicas específicas y la integración sinérgica de biofilia, sostenibilidad y alta tecnología en un contexto de red fragmentada. Esta brecha justifica la innovación de la propuesta "Colibrí". Asegurando que cada decisión de diseño esté anclada en necesidades reales validadas, contextualizadas a Pasto e informada por las mejores prácticas orientado a la innovación a través de un diseño que "cure" reduciendo la mortalidad.

## CAPÍTULO 5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

### 5.1. Enunciado Conceptual: Idea Fuerza, Principios Biofílicos y Sustentables

**Idea Fuerza: "El Bosque Vertical que Cura – El Colibrí Andino"** – Inspirado en la filosofía del *Bosque Vertical* pero contextualizado al ecosistema andino y a la misión terapéutica oncológica, el proyecto se concibe como un "**Colibrí Vertical**": un organismo arquitectónico que, como esta ave, es resiliente, eficiente en recursos y un agente polinizador de bienestar. No es un edificio con plantas, sino un **ecosistema construido** donde la arquitectura, la naturaleza y la medicina se fusionan. Es un **pulmón verde activo** que filtra el aire de la ciudad, mitiga la isla de calor y ofrece un hábitat regenerativo para pacientes, personal y biodiversidad local, estableciendo un nuevo paradigma de hospital-ciudad sostenible.

#### Principios Biofílicos Rectores:

1. **Conexión Visual Directa y Expansiva:** Enmarcamiento estratégico de las vistas al Volcán Galeras y al Cerro Morasurco, creando un diálogo visual constante entre el paisaje macro y los micro-ecosistemas internos. La vegetación no bloquea, sino que enmarca y filtra estas vistas.



1. **Naturaleza Estructural y Regenerativa:** La vegetación en **jardineras de fachada integradas, terrazas ajardinadas escalonadas y patios interiores** es un sistema vivo fundamental. Cumple funciones de climatización pasiva, filtración de aire, absorción de CO<sub>2</sub> y ruido, y genera un hábitat para aves e insectos polinizadores, **replicando en vertical la biodiversidad del entorno de Pasto.**

1. **Materialidad que Respira y Purifica:** Empleo de materiales de origen biológico (guadua laminada, fibras naturales) y tecnológicos de alto desempeño ambiental, como **hormigones fotocatalíticos que absorben CO<sub>2</sub> y descontaminan el aire**, creando una "piel" arquitectónica activa.
2. **Estímulos Sensoriales de un Bosque Andino:** Integración del sonido del agua de lluvia canalizada, el movimiento de gramíneas nativas con el viento y la luz tamizada por el follaje, recreando la atmósfera sensorial calmada de un bosque de niebla altoandino.
3. **Principios Sustentables Rectores:**
4. **Adaptación Climática Radical y Activa:** Combina la masa térmica de los **Muros Trombe** y **Mass Walls** con la inteligencia adaptativa de la **Fachada Dinámica de Alta Tecnología**, creando un sistema de autorregulación térmica que responde en tiempo real al clima extremo de Pasto.
5. **Sostenibilidad Regenerativa y de Ciclos Cerrados:** El proyecto opera como un organismo metabólico. Capta agua de lluvia, trata sus aguas grises en humedales integrados en las terrazas, produce alimento en huertos terapéuticos y **genera oxígeno mientras secuestra carbono activamente** mediante la vegetación y los materiales de construcción.
6. **Salud como Centro del Diseño Circular:** Selección rigurosa de materiales de **baja energía incorporada, locales y con emisiones CERO de 2 Vs.** El **hormigón descontaminante** en fachadas y áreas exteriores mejora activamente la calidad del aire que respiran pacientes y la ciudad.
7. **Resiliencia Urbana:** El diseño contribuye a la resiliencia del corredor médico frente a islas de calor y contaminación, ofreciendo un refugio climático y de densificación verde.

## 5.2. Objetivos de Diseño

1. **Terapéutico-Ambiental (Biofilia Activa):** Generar un entorno clínicamente validado que reduzca el estrés (cortisol) y mejore los marcadores inmunológicos mediante la exposición controlada a un **entorno tipo bosque altoandino reconstruido en vertical**, con aire purificado.
2. **Funcional-Operativo (Flujos de Sanación):** Organizar flujos completamente segregados y eficientes, donde la circulación misma sea una experiencia terapéutica, con recorridos que ofrezcan encuentros con la naturaleza (patios, terrazas) y minimicen la sensación de encierro.
3. **Bioclimático-Eficiente (Alta Tecnología Pasiva):** Lograr la estabilidad térmica interior y una calidad lumínica circadiana óptima, reduciendo la demanda

energética mediante sistemas híbridos y generando, a la vez, **excedentes de confort ambiental** (aire más limpio, amortiguación térmica) para el entorno urbano inmediato.

4. **Espacial-Experiencial (Elección y Control):** Ofrecer una "geografía de la recuperación" con espacios que van desde la privacidad de la habitación-bosque individual hasta las terrazas comunitarias-jardín, empoderando al usuario a elegir su entorno según sus necesidades emocionales.
5. **Urbano-Regenerativo (Pulmón y Nodo):** Actuar como un **pulmón verde activo** del corredor médico, mitigando la isla de calor, filtrando partículas contaminantes del tráfico de la Panamericana, secuestrando CO<sub>2</sub> y estableciendo un nodo de **biodiversidad urbana** que enlace con corredores ecológicos potenciales.

### 5.3. Estrategias Biofílicas Aplicadas

**Conexión Visual (Vistas Enmarcadas por el Bosque):** Las ventanas de las habitaciones y áreas de espera actúan como "cuadros vivos". La vegetación en las jardineras de fachada se dispone en estratos (herbáceas, arbustivas) para no obstruir, sino enmarcar y dinamizar las vistas a los hitos geográficos, creando una percepción de profundidad y conexión ecológica.

#### **Naturaleza Integrada y Estructural (El "Colibrí Vertical"):**

**Fachada Biofílica Multifuncional:** Las **jardineras profundas** son el componente clave del sistema **Muro Trombe Mejorado**. Contienen sustrato especializado y especies nativas seleccionadas por su capacidad de filtración de aire, bajo consumo hídrico y atractivo para polinizadores (colibríes, mariposas). Son riego por goteo automatizado con aguas grises tratadas.

**Terrazas-Cubierta Ajardinadas Escalonadas (Estrategia de Bosque Vertical):** Cada terraza (pisos 5, 10, 12) es un **ecosistema específico**. La del piso 5 es un **jardín de rehabilitación** con senderos suaves y plantas aromáticas. La del piso 10 (restaurante) es un **huerto terapéutico** donde pacientes y familiares pueden participar en

el cultivo. La del piso 12 es un **jardín de polinizadores y descanso** para el personal. En conjunto, **reintroducen más de 2,000 m<sup>2</sup> de superficie verde efectiva sin ocupar suelo**, actuando como una esponja urbana.

**Patios de Luz como "Claros de Bosque"**: Iluminan y ventilan naturalmente el corazón del edificio. En ellos, pequeños **humedales artificiales** con plantas macrófitas tratan aguas grises in-situ, mientras el sonido del agua y la vegetación palustre crean un microclima sensorial único.

**Presencia de Agua y Sonido**: El agua es un elemento terapéutico y funcional. Se presenta en espejos de agua reflectantes en patios, fuentes de agua serena y en el sistema de nebulización de la **Fachada Dinámica**, que además de enfriar, genera ionización negativa del aire.

**Materialidad Biofílica y Activa:**

**Hormigón Descontaminante (Fotocatalítico)**: Se especifica para el revestimiento de fachadas expuestas a la radiación solar y en áreas peatonales perimetrales. Este material, con base en dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), **utiliza la luz solar para descomponer óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y otros contaminantes del aire en compuestos inocuos, que luego son arrastrados por la lluvia**. Actúa como un "filtro de aire" pasivo y permanente para el edificio y su entorno inmediato.

**Materiales Naturales Locales**: Estructuras secundarias y acabados interiores en **guadua laminada certificada**, paneles acústicos de **fibra de fique**, y piedra local en áreas de acceso.



#### 5.4. Soluciones Constructivas Sustentables

##### Estructura y "Piel" Activa:

Estructura de concreto armado de alta resistencia, donde se evalúa la incorporación de **adiciones como la ceniza volante o la puzolana natural para reducir la huella de carbono** del cemento Portland.

**Muro Trombe Mejorado con Bio-Revestimiento:** El muro masivo (40cm) se puede construir con **bloques de concreto aligerado con adiciones** o con hormigón convencional. Su superficie exterior, además del color oscuro, puede recibir un **revestimiento fotocatalítico** para potenciar su función de ganancia térmica y descontaminación.

**Mass Wall con Aislamiento Biobasado:** Muro de albañilería o concreto (35cm) con un sistema de **aislamiento térmico exterior (SATE) basado en paneles de fibra de madera o corcho**, de alta durabilidad y baja energía incorporada.

**Fachada Dinámica de Alta Tecnología (La "Piel que Respira" del Colibrí):** Este sistema representa el **sistema nervioso autónomo del edificio**. No es un elemento estático, sino una membrana inteligente y reactiva que garantiza el confort interior con el mínimo gasto energético. Su funcionamiento se basa en tres subsistemas integrados:

**■ Fachada Dinámica de Alta Tecnología**  
(La "Piel que Respira" del Colibrí)



**1. Subsistema Mecánico-Adaptativo**  
(Dilatación/Contracción):

- **Componente:** Módulos de lamas de Aluminio Composite que **dilatan o contraen** automáticamente, accionados por Actuadores Eléctricos o Hidráulicos de Baja Potencia.

**En condiciones de Alta Radiación/Calor** (ej. 2-5 pm):

**En condiciones de Frio o Baja Radiación** (ej. mañanas frías, días nublados):

**Mayor sombra**  
Reduce carga térmica solar →

**Entrada de luz solar**  
Activan Muros Trombe →

▪ **En condiciones de Alta Radiación/Calor** (ej. 2-5 pm): Los sensores envían la señal para que los actuadores "dilaten" los módulos.

▪ **En condiciones de Frio o Baja Radiación** (ej. mañanas frías, días nublados): Los sensores envían la señal para que se **dólućen** los **Muros Trombe**.

## 1. Subsistema Mecánico-Adaptativo (Dilatación/Contracción):

**Componente:** Módulos de lamas o paneles compuestos por materiales con **coeficiente de dilatación térmica controlado** (como aleaciones de aluminio-composite) y accionados por **actuadores lineales eléctricos o hidráulicos de baja potencia**.

**Funcionamiento:** Una red de **termostatos y sensores ambientales** (internos y externos) monitorea en tiempo real la temperatura, radiación solar y ganancia de calor.

**En condiciones de alta radiación/calor (ej. 2-5 pm):** Los sensores envían la señal para que los actuadores "**dilaten**" o  **extiendan los módulos**. Esto incrementa el área de sombreado proyectada sobre la fachada vidriada, reduciendo significativamente la carga térmica solar directa y el riesgo de deslumbramiento.

**En condiciones de frío o baja radiación (ej. mañanas frías, días nublados):** Los actuadores "**contraen**" o **repliegan los módulos** para maximizar la entrada de luz solar pasiva, permitiendo que el calor natural ingrese y active los **Muros Trombe** adyacentes.

## 2. Subsistema Hidráulico-Termorregulador (Nebulización & Calor Recuperado):



**Componente:** Una red capilar de **tuberías de cobre o PVC de alta resistencia** integrada en la estructura de la fachada dinámica, conectada a dos fuentes: a) el **sistema de recolección y almacenamiento de aguas lluvias** y b) el **circuito de recuperación de calor de los sistemas HVAC** (especialmente de los quirófanos y áreas técnicas).

**Funcionamiento:**

**Modo Enfriamiento Evaporativo (Para calor extremo):** Cuando los sensores detectan una combinación de alta temperatura exterior y alta radiación solar, además de la dilatación de las lamas, se activan **micro-difusores o boquillas de nebulización** ubicadas en el borde superior de los módulos. Se pulveriza finamente el **agua de lluvia almacenada**, generando una cortina de micro-gotas que, al evaporarse, absorbe calor latente del aire, reduciendo la temperatura inmediata frente a la fachada **hasta en 6-8°C**.

**Modo Calefacción por Recuperación (Para frío extremo):** En las horas más frías de la madrugada (2-6 am), cuando el **Muro Trombe** solo puede liberar calor acumulado, se activa un circuito de apoyo. El **agua caliente proveniente del sistema de recuperación de calor de los equipos HVAC** (que de otro modo se disiparía) circula por las tuberías integradas en la fachada dinámica. Al estar contraída, esta "pared radiante exterior" emite calor suave que **pre-calienta la cámara de aire del Muro Trombe y el aire de infiltración**, potenciando enormemente su eficiencia y garantizando el confort en las habitaciones.

### 3. Subsistema de Control Inteligente (Domótica Integrada):



**Componente:** Un Sistema de Automatización de edificios (BAS) centralizado que procesa datos de todos los sensores y ejecuta los algoritmos pre-programados para la **gestión térmica adaptativa**.

**Funcionamiento:** El BMS no opera con configuraciones fijas, sino que **aprende de los patrones climáticos estacionales de Pasto**. Toma decisiones en tiempo real, coordinando la **posición de la fachada dinámica, la activación de la nebulización, la circulación de agua caliente recuperada y la apertura de las compuertas del Muro Trombe**, creando un **ciclo termorregulador cerrado y ultra-eficiente**.

**Cubiertas Ajardinadas de Bajo Impacto y Alto Desempeño:** Sistema modular de capas (anti-raíz, drenaje, retención de agua, sustrato ligero) diseñado para el clima de Pasto. El sustrato se formula con compost producido in-situ a partir de residuos orgánicos del hospital, cerrando un ciclo nutritivo.

## 5.5. Estrategias de Confort Térmico, Lumínico, Acústico y de Calidad del Aire



**Térmico:** La sinergia entre el **Muro Trombe** (inercia), la **Fachada**

**Dinámica** (control activo y apoyo) y la **recuperación de calor de los HVAC** crea un **sistema híbrido de climatización casi autosuficiente** para las áreas de hospitalización. Se reduce la dependencia de sistemas convencionales de aire acondicionado y calefacción a menos del 35% del tiempo anual.

**Lumínico:** estrategias de iluminación natural y artificial terapéutica

### SISTEMA DE ILUMINACION NATURAL OPTIMIZADO

**Principio:** La luz no es solo iluminación, es un agente terapéutico que regula los ritmos circadianos, mejora el estado de ánimo y reduce la depresión en pacientes oncológicos.



### **Estrategias Implementadas:**

- Geometría y Orientación de Vanos:
- Ventanas altas y estratégicas : se diseñan ventanales que se extienden desde el piso hasta una altura mínima de 2,10m, maximizando la penetración de la luz natural hacia el interior de los espacios. En áreas de hospitalización, la relación ventana/pared alcanza el 70% en fachadas con vistas privilegiadas.
- Orientación Diferenciada: las fachadas norte (con luz constante y difusa) albergan la mayoría de habitaciones y áreas de permanencia prolongada. Las fachadas Sur se destinan a circulaciones y servicios, con protecciones solares fijas. Las fachadas este y oeste, de ganancia solar más compleja, protegida por la Fachada Dinámica y Mass Walls.
- Control solar y de deslumbramiento:
- Fachadas Dinámicas como Brise-Soleil Inteligente: Es el principal sistema de control. Sus fachadas dinámicas flotantes ajustables no solo gestionan ganancia térmica, sino que redirigen y tamizan la luz solar. En su posición de “luz Difusa”, las fachadas dinámicas flotantes orientadas horizontalmente relegan la luz directa hacia el techo, iluminando el espacio con luz indirecta y sin deslumbramiento.
- Aleros y Pergolas Verdes: en las terrazas y patios, estructuras livianas con enredaderas de rápido crecimiento (como buganvillas o jazmines) creando espacios vivos que filtran la luz, generando patrones cambiantes y placenteros (“efecto dappled light” del bosque- la luz solar que se filtra a través de las hojas de los árboles, creando patrones de luz y sombra sobre el suelo)

### **Métrica de Desempeño - Luz Diurna:**

- **Factor de Luz Diurna (FLD):** Se garantiza un mínimo del **3.5%** en el plano de trabajo (cama del paciente, mesa de consultorio), muy por encima del estándar mínimo del 2%.
- **Autonomía de Luz Natural Útil (sDA300/50%):** Al menos el **75%** de las áreas críticas (habitaciones, salas de espera, consultorios) reciben 300 lux (nivel adecuado para lectura) durante más del **50%** de las horas diurnas del año, reduciendo drásticamente la necesidad de luz artificial.

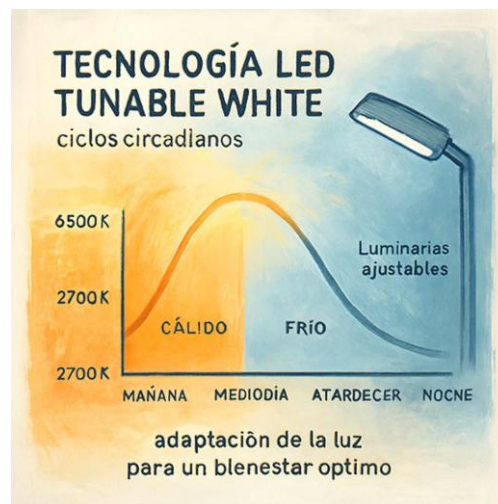
#### *5.5.2. Sistema de Iluminación Artificial Circadiana*

**Principio:** La luz artificial debe complementar, no reemplazar, los ciclos naturales. Un sistema circadiano sincroniza el reloj biológico del paciente, crucial para la regulación del sueño, el apetito y el sistema inmunológico, frecuentemente alterado en tratamientos oncológicos.

### **Estrategias Implementadas:**

### 1. Tecnología LED Tunable White:

- Luminarias con LED que permiten variar su **Temperatura de Color Correlacionada (CCT)** desde 2700K (cálido, anaranjado, como un atardecer) hasta 6500K (frío, azulado, como el cielo del mediodía).
- **Programación Diaria:** El BMS programa automáticamente un ciclo que simula el recorrido solar:
  - **Mañana (6:00 - 9:00 AM):** Luz fría y brillante (5000-6500K, alta intensidad) para **estimular el cortisol y promover el estado de alerta.**
  - **Mediodía (9:00 AM - 4:00 PM):** Luz neutral (4000-4500K) que se mezcla con la luz natural predominante.
  - **Tarde/Noche (4:00 PM - 10:00 PM):** Luz progresivamente más cálida y tenue (3000K a 2700K, intensidad decreciente) para **estimular la melatonina y preparar el cuerpo para el sueño.**
  - **Noche (10:00 PM - 6:00 AM):** Iluminación mínima de seguridad en corredores con tonos ámbar profundos (2200K) que **no suprimen la melatonina**, permitiendo el descanso profundo del paciente y facilitando las rondas nocturnas del personal.



### 1. Control Individual y Escenas Preconfiguradas:

- Cada habitación cuenta con un panel táctil o tablet que permite al paciente elegir entre **modos preestablecidos**: "Lectura", "Descanso", "Terapia", "Noche". Estos modos ajustan simultáneamente la luz, las cortinas y, en algunos casos, la temperatura.
- En áreas comunes, los sensores de ocupación ajustan la intensidad, apagando o atenuando zonas no utilizadas.

### 2. Iluminación de Énfasis Biofílico:

- **Acento en Vegetación:** Pequeños focos direccionales de bajo consumo destacan texturas de plantas en patios y jardines interiores durante la noche, creando puntos de interés visual calmante.
- **Simulación de Cielo Estrellado:** En las salas de espera de pediatría oncología, un cielo falso con fibras ópticas reproduce constelaciones, sirviendo como distracción relajante.

### 5.5.3. Acústico: estrategias para un entorno sonoro terapéutico

**Principio:** El entorno acústico hospitalario tradicional es caótico y estresante (alarmas, conversaciones, rodamientos de camillas). "Colibrí" busca crear un **paisaje sonoro curativo** que minimice el ruido nocivo e introduzca sonidos benéficos, reduciendo el estrés y mejorando la privacidad y el descanso.

#### 5.5.3.1 Estrategias de Aislamiento y Absorción Acústica

1. **Concepción Espacial "Estratos de Silencio":**
  - El diseño organiza los espacios en una jerarquía acústica, desde los más silenciosos (habitaciones, UCI) hasta los más sociales (áreas de espera, restaurante).
  - Se implementan **circuitos de zonificación acústica**, separando las áreas ruidosas (lavandería, planta eléctrica, recepción de suministros) mediante **barreras de masa** (muros dobles con cámara de aire y aislamiento acústico) y **esclusas sonoras** (pasillos con doble puerta).
2. **Sistema Constructivo de Alto Desempeño Acústico:**
  - **Particiones y Muros:** Se utilizan sistemas de **drywall de doble placa** con lana mineral en su interior y montantes resilientes (separadores de goma) para desacoplar estructuralmente las paredes y evitar la transmisión de vibraciones. El **STC (Sound Transmission Class)** objetivo para paredes entre habitaciones es  $\geq 52$  dB, bloqueando completamente conversaciones normales.
  - **Forjados y Techos:** Las losas incorporan **mantas acústicas flotantes** bajo el piso terminado (para impacto) y cielos rasos **suspendidos con paneles fonoabsorbentes de alta densidad** ( $NRC \geq 0.90$ ). Los pasillos principales cuentan con "**techos nube**" tridimensionales que dispersan y absorben el sonido.

- **Puertas y Ventanas:** Puertas macizas con sellos perimetrales magnéticos herméticos. Ventanas con vidrio **doble o laminado acústico** (espesor 8+8 mm, cámara de aire de 12 mm) y marcos con múltiples puntos de cierre

### 3. **Absorción mediante Vegetación y Materiales Naturales (Biofonía):**



- **Jardineras de Fachada y Terrazas:** La masa de tierra, el sustrato y el denso follaje actúan como **barreras y absorbentes acústicos naturales**, especialmente eficaces para atenuar el **ruido de tráfico de baja frecuencia de la Vía Panamericana**. Se estima una reducción de **5-7 dB(A)** en la fachada suroeste gracias a este sistema.
- **Paredes Verdes Interiores:** En atrios y áreas de espera, los muros verdes no solo limpian el aire, sino que sus superficies irregulares y porosas **dispersan y absorben el sonido reverberante**, reduciendo el tiempo de reverberación (RT60) a menos de 0.8 segundos, ideal para la inteligibilidad del habla y la calma.
- **Materiales Texturizados:** El uso de paneles de madera perforada, cortinas textiles gruesas y tapizados con fibras naturales en áreas comunes contribuye significativamente a la absorción sonora.

#### 5.5.4. **Diseño del Paisaje Sonoro Activo**

1. **Enmascaramiento de Sonido (Ruido Blanco Controlado):**
  - Se instalan sistemas discretos de **difusores de sonido ambiental** en pasillos y áreas de espera. Emiten un "**ruido rosa**" o sonidos de naturaleza suave (como el murmullo de un arroyo o el viento en las hojas) a un volumen justo por encima del ruido de fondo. Esto **enmascara sonidos**

**intrusivos** (conversaciones lejanas, alarmas suaves) sin añadir carga cognitiva, mejorando la percepción de privacidad.

2. **Sonidos Terapéuticos Introducidos:**

- En los **jardines terapéuticos** y terrazas, el elemento agua no es solo visual. **Fuentes y pequeños canales** generan un sonido constante y no rítmico, ampliamente reconocido por sus propiedades relajantes y de enmascaramiento.

- En espacios de meditación o oración, se permite la reproducción controlada de música o cantos suaves, a elección del usuario

3. **Diseño de Alarmas Médicas No Estrésantes:**

- Se trabaja con ingenieros biomédicos para **reprogramar los tonos de las alarmas** de bombas de infusión y monitores. Se priorizan **tonos melódicos, diferenciados por prioridad (no por volumen estridente)** y con señales visuales complementarias, reduciendo el estrés auditivo tanto para pacientes como para personal.

5.5.5. *Calidad del aire (estrategia clave)*

5.5.5.1. Sistema Integrado de Purificación del Aire

1. **Filtración Activa en Entrada (Defensa de Primera Línea):**

- Los sistemas de ventilación mecánica en áreas críticas (UCI, unidades de trasplante, internación para pacientes con neutropenia) incorporan **filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air) de grado H13**, capaces de retener el **99.97% de partículas  $\geq 0.3$  micras**, incluyendo bacterias, esporas de hongos y virus.

- Se implementa un sistema de **presiones diferenciales positivas** en estas áreas, asegurando que el aire fluya siempre desde la zona más limpia hacia la menos limpia, previniendo la entrada de contaminantes.

2. **Purificación Pasiva Pervasiva (La "Burbuja" Biofílica):**

- **Fachadas Fotocatalíticas:** El revestimiento de dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) en las fachadas más expuestas no es un acabado inerte. Bajo luz ultravioleta (presente en la luz solar), actúa como catalizador, **descomponiendo los Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)** del aire contaminado (proveniente del tráfico) en nitratos, dióxido de carbono y agua, que son arrastrados por la lluvia.

- **Fitoremediación Activa:** Las especies vegetales seleccionadas para jardineras y terrazas no son decorativas. Se priorizan plantas con **alta tasa de transpiración y capacidad comprobada de fito-remediación**, como el **Espatifilo (*Spathiphyllum* spp.)**, **Potus (*Epipremnum aureum*)** y **Cinta (*Chlorophytum comosum*)**, que absorben formaldehído, benceno y xileno a través de sus hojas y raíces. La vegetación también **secuestra material particulado (PM2.5 y PM10)** en sus superficies foliares.

- **Ionización Natural:** El sistema de **nebulización de agua de lluvia** en la fachada dinámica, además de enfriar, genera **iones negativos** al atomizar el agua. Estos iones se adhieren a partículas en suspensión, haciéndolas más pesadas y depositables, limpiando efectivamente el aire.

3. **Monitorización en Tiempo Real y Transparencia:**

- Una red de sensores distribuidos mide continuamente **CO<sub>2</sub>, VOC totales, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, humedad relativa y temperatura.**

- **Dashboards Públicos:** En las principales áreas de espera, pantallas muestran de forma gráfica y sencilla la **calidad del aire interior en tiempo real**, con un semáforo (Verde: Excelente, Amarillo: Bueno, Rojo: Revisión) y datos concretos (ej: "PM<sub>2.5</sub>: 8 µg/m<sup>3</sup> - Muy por debajo del límite OMS de 25 µg/m<sup>3</sup>"). Esto **educa, tranquiliza y hace tangible el beneficio** del diseño para pacientes, familiares y personal, transformando una métrica técnica en una experiencia de confianza y bienestar percibido.

4. **Calidad del Aire (Estrategia Clave):**

- **Filtración Activa en Entrada:** Sistemas de ventilación mecánica con filtros HEPA en áreas críticas (UCI, internación) para pacientes inmunocomprometidos.

- **Purificación Pasiva Pervasiva:** El revestimiento **fotocatalítico** en fachadas y el denso **follaje de las plantas en jardineras y terrazas** trabajan de forma continua para **secuestrar partículas PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, y descomponer NO<sub>x</sub> y COVs**. Se crea una "burbuja" de aire mejorado alrededor y dentro del edificio.

- **Monitorización en Tiempo Real:** Sensores de calidad del aire interior muestran los datos en pantallas en áreas de espera, **haciendo tangible el beneficio del entorno diseñado** para pacientes y personal.

## 5.6. Sistema Espacial y Funcional (Programa Arquitectónico centro oncologico colibri)

Basado en la Normativa de Salud Colombiana Resoluciones 3100 de 2019 y 1633 de 2025

### DATOS GENERALES

- **Nombre:** Centro Oncológico Colibrí
- **Nivel:** III de complejidad (Alta complejidad con especialidades como oncología, UCI, quirófanos)
- **Normativa:** Resolución 3100 de 2019 - Establece los requisitos para la habilitación de prestadores de servicios de salud

## DISTRIBUCIÓN POR NIVELES

### *SÓTANOS*

#### **Sótano 2 y 3 área parcial del lote:**

- Estacionamiento visitantes
- Estacionamiento personal de salud
- Estacionamiento personal administrativo
- Depósito general
- Cuartos técnicos (transformadores, tableros eléctricos)

#### **sotano 1 (ala sur):**

- Servicio de diagnóstico por imágenes nucleares
  - Sala de espera
  - 2 consultorios de valoración
  - Sala de tomografía por emisión de positrones (PET)
  - Sala de gammagrafía
  - Cuarto de inyección de radiofármacos
  - Vestidores pacientes
  - Sala de control
  - Cuarto técnico
  - Deposito temporal de cadáveres
  - Deposito de archivo
  - Deposito de medicamentos

### *PLANTA PRIMER PISO (ACCESOS INDEPENDIENTES)*

#### **Acceso 1 – Hospitalización (pisos 5-9)/Consulta Externa(pisos 2-3)/Restaurante (piso10)/Administración(pisos 11-12):**

- Hall principal y recepción central
- Sala de espera general
- Área administrativa
  - Oficinas de admisión y facturación
- 1 ascensor exclusivos para acceder a hospitalización, consulta externa, Restaurante y Administración.

#### **Acceso 2 - Internación (pisos 5-8):**

- Vestíbulo específico internación
- Sala de espera para visitantes de hospitalización
- Control de acceso a torre de hospitalización
- 1 ascensor exclusivo internación

### **Acceso 3 - Urgencias (24 horas):**

- Triage
- Zona de observación - 6 camillas
- consultorios de urgencia general
- Zona pediátrica diferenciada
- Zona de procedimientos
- Cuarto de reanimacion
- Sala de espera de urgencias
- Deposito temporal de cadaveres
- Servicios sanitarios públicos
- Cuarto de ropa sucia
- Cuarto de ropa limpia
- Cuarto de limpieza y almacenamiento
- Puesto de enfermería central
- Depósito temporal de residuos biológicos
- Laboratorio clínico general
  - recepcion
  - Sala de espera
  - Recepción de muestras
  - Área técnica
  - Área de procesamiento
  - Cuarto de trabajo sucio
  - Cuarto de trabajo limpio
  - Depósito temporal de residuos biológicos
  - Cuarto de esterilización
  - Oficina coordinador de laboratorio
  - Baños para personal y pacientes diferenciados
  - Sistema HVAC específico para laboratorio
- 2 ascensores exclusivos para personal y pacientes (movimiento interno)

### *PISO 2 Y 3 - CONSULTA EXTERNA*

#### **Organización por pabellones:**

- **Pabellón Pediátrico:**
  - consultorios pediátricos generales
  - consultorios oncología pediátrica
  - Sala de espera infantil
  - Zona de juegos terapéuticos
  - Puesto de enfermería pediátrica
  - Sala de procedimientos pediátricos
- **Pabellón Adulto Joven:**
  - consultorios medicina general
  - consultorios especialidades
  - Sala de espera

VERGARA MINERACIÓIN No. 1229 de 2011

- Sala de educación en salud
- **Pabellón Adulto :**
  - consultorios especialidades médicas
  - Sala de espera
  - Zona de toma de muestras
  - Puesto de enfermería
- **Pabellón Geriátrico:**
  - consultorios geriatría
  - consultorios especialidades geriátricas
  - Sala de espera adaptada
  - Zona de evaluación funcional

**Espacios complementarios por piso:**

- Baños públicos PMR
- Cuartos de limpieza
- Depósitos de material

*PISO 4 - (DOBLE ALTURA) - ÁREAS QUIRÚRGICAS E INVASIVAS*

**Distribución según normativa de áreas críticas:**

- **2 Quirófanos principales :**
  - Área estéril
  - Área semi-estéril
  - Área sucia
  - Sala de anestesia
  - Sala de recuperación inmediata
- **Angiografía/Radioterapia intervencionista :**
  - Sala de procedimientos
  - Sala de control
  - Vestidores para personal
  - Cuarto de equipos
- **2 Consultorios pre-quirúrgicos**
- **Sala de espera para familiares**
- **Baños públicos**
- **Descanso médico**
- **Recuperación/UCI :**
  - camas UCI
  - camas recuperación
  - Puesto central de enfermería par cada área recuperación/UCI
  - Sala de procedimientos UCI
  - Sala de visitas UCI
- **Esterilización central :**
  - Recepción de material sucio
  - Zona de lavado

- Zona de preparación y empaque
- Zona de esterilización (autoclaves)
- Zona de almacenamiento estéril
- Distribución
- **Cuarto de trabajo sucio**
- **Cuarto de ropa sucia**
- **Cuarto de ropa limpia**
- **Cuarto de trabajo limpio**
- **Depósito temporal de residuos biológicos**
- **Depósito temporal de alimentos**
- **Cuartos técnicos HVAC y ductos laminar**

**PISO 5 - ESPECIAL:**

**Además de las áreas ya establecidas en hospitalización e internación:**

- Acceso a áreas ajardinadas terapéuticas
- Espacios de permanencia y recorrido terapéutico
- Terraza cubierta con vegetación
- Área de terapia ocupacional
- area de psicoterapia

*PISOS 6 AL 8 - HOSPITALIZACIÓN*

**Distribución por piso:**

**Costado Norte - Hospitalización General: (en cada piso)**

- 5 habitaciones individuales con baño privado
- Puesto de enfermería
- Sala de procedimientos
- Sala de visitas
- Cuarto de limpieza y almacenamiento
- Sala de médicos
- Sala de reportes
- Depósito de material médico

**Costado Sur - Internación Oncológica Especializada: (en cada piso)**

- módulos de internación para inmunoterapia/radioterapia
- 2 habitaciones tipo suite para preparación pre-procedimiento
- Áreas de permanencia para familiares
- Coordinador médico
- Sala de procedimientos especiales
- Sala de aislamiento
- Cuarto de medicación oncológica
- Sala de espera interna

### *PISO 10 – ÁREAS DE APOYO*

- Restaurante para personal
- Restaurante para visitantes y algunos pacientes
- Cocina industrial
- Pequeñas huertas orgánicas
- Sala de capacitación
- Sala de bienestar del personal

### *PISOS 11 Y 12 - ADMINISTRACIÓN*

- Oficina de gerencia
- Oficinas de subdirectores
- Área de contabilidad y finanzas
- Recursos humanos
- Dirección médica
- Dirección de enfermería
- Sala de juntas directiva
- Sala de sistemas y tecnología

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NORMATIVA 3100**

### *CIRCULACIONES Y ACCESOS*

- Ancho mínimo de pasillos: 2.40m (áreas generales), 2.80 m (camillas)
- Ascensores: 4 total (2 públicos, 2 servicio/hospitalización)
- Rampas: Pendiente máxima 8%

### *INSTALACIONES ESPECIALES*

- Sistema HVAC con filtros HEPA en áreas críticas
- Sistema de oxígeno medicinal centralizado
- Sistema de vacío central
- Sistema de gases medicinales
- Red eléctrica con planta de emergencia
- Sistema de transporte neumático
- Red de datos hospitalaria

### *SEGURIDAD Y BIOSEGURIDAD*

- Sistema de incendios conforme a NSR-10
- Control de infecciones según Resolución 3100
- Manejo de residuos según Resolución 1164
- Accesibilidad según Ley 361



### *ÁREAS MÍNIMAS Y RELACIONES*

- Relación directa Urgencias-Quirófanos-UCI
- Flujo diferenciado material limpio/sucio
- Separación circuitos pacientes/visitantes/personal
- Control de accesos por niveles de seguridad
- 

**SUPERFICIE TOTAL APROXIMADA:** 18,198 m<sup>2</sup> construidos



## Programa Arquitectónico

PISO	ZONA	AREA M2	SUBTOTAL
11 al 12	administrativa	555,7	1111,4
10	restaurante	555,7	
	huerta autosustentable	411,2	966,9
6 al 9	hospitalizacion	395,7	1582,8
	internacion	456,2	1824,8
	transicion o circulacion	157,02	628,08
	subtotal internacion y hospitalizacion y circulacion de 6 a 9 piso		4035,68
5	hospitalizacion incluyen terrazas ajardinadas	689,87	
	transicion o circulacion	157,02	
	internacion incluyen terrazas ajardinadas	735,71	
	subtotal internacion y hospitalizacion y circulacion de 6 a 9 piso		1582,6
4	sala de espera, informacion, baños, preparacion del paciente, consultorio	274,2	
	quirofanos y angiografo cuartos anexos	235,12	
	recuperacion	75,15	
	UCI	888,84	
	transicion o circulacion	103,87	
	subtotal 4 piso		1577,18
3	consulta externa especializada geriatrica	1182,3	
	central de mezclas	560,84	
	subtotal 3 piso		1743,14
2	consulta externa especializada pediatrica- jovenes, adultos jovenes	1668,04	1668,04
1	urgencias	766,41	
	acceso a internacion - area 2 toma de muestras	207,43	
	laboratorio	441,82	
	recepcion, salas de espera, acceso a parquadero, acceso a hospitalizacion y administracion	332,67	
	punto fijo de servicio	65,97	
	subtotal 1 er piso		1814,3
sotano 1	medicina nuclear	948,11	
	deposito temporal de cadaveres	36,65	
	punto fijo de servicio	65,97	
	bodega de farmacia	56	
	archivo historias clinicas	80,2	
	mantenimient,o aseo, compresor de vacio compresor de aire equipos	302,49	
	acceso y circulacion vehicular	305,31	
	subtotal sotano 1		1.795
sotano 2	parqueadero publico, planta electrica, transformador electrico	951,92	951,92
sotano 3	parqueadero publico, PTAR, pozo de achique	951,92	951,92
	<b>TOTAL PROGRAMA ARQUITECTONICO M2</b>		<b>18198,08</b>

## 5.7. Propuesta Urbana

La propuesta del Hospital Oncológico "Colibrí" trasciende su lote para actuar como un **catalizador de sostenibilidad y salud urbana** en el corredor médico del norte de Pasto.

### 1. Integración como "Pulmón Vertical" y Mitigador de Isla de Calor:

- Las **cubiertas y terrazas ajardinadas escalonadas**, con más de **800 m<sup>2</sup> de superficie verde efectiva**, no son un lujo paisajístico. Son una **infraestructura verde urbana de alto desempeño**. Colectivamente:
  - **Absorben y evapotranspiran** agua de lluvia, reduciendo la escorrentía y humidificando el aire local.
  - **Proporcionan sombra y enfriamiento evaporativo**, mitigando el efecto **isla de calor** generado por la densificación construida y el asfalto de la Panamericana. Se estima una reducción de la temperatura ambiental inmediata de 2-3°C en los períodos más cálidos.
  - **Filtran partículas contaminantes (PM)** y, mediante el **hormigón fotocatalítico** en sus bordes y fachadas, **descomponen activamente gases contaminantes (NOx)** provenientes del alto flujo vehicular, mejorando la calidad del aire para el propio hospital y para los edificios aledaños.
  - **Secuestran Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)** a través de la fotosíntesis de la vegetación y la carbonatación del hormigón especializado, actuando como un sumidero de carbono urbano.

### 2. Generador de Biodiversidad Urbana (Estrategia de "Colibrí Vertical"):

- La selección de especies nativas y productoras de néctar en jardineras y terrazas (como fucsias, salvia, chilca) está diseñada para **atraer y sustentar poblaciones de colibríes, mariposas y abejas nativas**. El proyecto se convierte así en un **espacio para polinizadores**, un nodo de conexión ecológica en una trama urbana que carece de ellos, contribuyendo a la resiliencia de los ecosistemas locales.

### 3. Integración de Movilidad Sostenible y Espacio Público:

- Frente a la **Paralela de la Panamericana** (vía de servicio), se implementa un diseño de **acceso pacificado**. Se proponen **pompeyanos (ensanches o refugios peatonales)** y cruces seguros a nivel, junto con una **reducción del ancho de calzada y la velocidad de los vehículos** mediante diseño vial. Esto prioriza el acceso peatonal seguro desde el transporte público y los estacionamientos de los otros centros médicos, fomentando la interconexión a pie dentro del corredor.
  - La planta baja del hospital, en su perímetro, genera **zonas de amortiguación verdes** con árboles y el uso de **pavimentos permeables y**



**descontaminantes**, extendiendo el beneficio microclimático al espacio público inmediato.

4. **Integración Funcional en Red:**

- "Colibrí" se consolida como el **nodo especializado oncológico de alta complejidad** dentro del corredor. Establece **protocolos de telemedicina y compartimiento de historias clínicas digitales** con los otros 9 centros, optimizando el diagnóstico y la continuidad del cuidado. Su **infraestructura de descontaminación y confort térmico pasivo** se convierte en un **beneficio compartido** que eleva el estándar ambiental de todo el sector.

La propuesta Urbana de El Hospital Oncológico "Colibrí" no es un objeto aislado. Es la materialización de un **nuevo contrato entre la arquitectura de salud y la ciudad**: un edificio que cura a sus pacientes a la vez que contribuye a sanar su entorno urbano inmediato. Se posiciona como un referente nacional de cómo la **densificación vertical puede y debe ir de la mano con la regeneración ecológica**, demostrando que la arquitectura más avanzada es aquella que se re-conecta inteligentemente con los ciclos de la naturaleza.

## **ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS**

Las estrategias bioclimáticas para San Juan de Pasto deben centrarse en conservar el calor, aprovechar el sol, protegerse del viento y reconectar a los usuarios con la naturaleza para mejorar bienestar físico y psicológico.

### **Ganancia de calor solar pasiva**

- Orientar las áreas sociales hacia el norte para captar el mayor sol durante el día.
- Grandes ventanales con protección solar regulable para controlar ganancia térmica y deslumbramiento.
- Muros Trombe de alta eficiencia que absorban y liberen calor según demanda; integrar ventilación controlada en la cavidad para modular transferencia térmica.
- Invernaderos o buffers térmicos en fachadas frías (oriente y occidente) que actúen como cámaras intercalares.

### **Aislamiento térmico y masa térmica**

- Uso de materiales con alta inercia térmica (adobe, bloque de tierra, ladrillo, piedra) en mass walls para estabilizar temperaturas interiores.
- Aislar techos, pisos y muros expuestos al viento o sin radiación solar; sellado de puentes térmicos.
- Paneles ecoamigables prefabricados con núcleo aislante (fibra de fique) para combinar aislamiento térmico y acústico con sostenibilidad y facilidad de montaje.

### **Fachadas biofílicas y envolvente**

- Fachadas biofílicas con jardineras integradas: profundidades y sustratos según especies (rastreras, arbustos, trepadoras), drenaje y acceso para mantenimiento; priorizar flora nativa y endémica para reducir riego y favorecer fauna local.
- Recubrimiento exterior de paneles con guadua laminada para acabado natural, facilidad de manejo en aplicación de pinturas y menor huella de carbono; aplicar tratamientos protectores contra humedad y biodeterioro.
- Integración de vistas y visuales curativas: huecos orientados para maximizar conexión visual con vegetación y luz natural difusa.

### **Protección contra viento y lluvia**

- Ubicar barreras naturales (vegetación), muros o bermas y disposición volumétrica que rompan corrientes frías dominantes.
- Cubrir entradas con porches o aleros prolongados para reducir infiltraciones y lluvia directa.

### **Ventilación natural y controlada**

- Priorizar ventilación cruzada en verano y renovación de aire; usar chimeneas térmicas y conductos solares para extracción y night purging.
- Ventilación híbrida con controles que prioricen estrategias pasivas antes de activar sistemas mecánicos.

### **Sistemas híbridos de climatización**

- Estrategia híbrida: combinar soluciones pasivas (mass walls, muros Trombe, orientación, sombreado) con sistemas activos de bajo consumo que solo funcionen en demanda (recuperación de calor, bombas de calor eficientes).

- Controles y sensores ambientales que optimicen la intervención mecánica.

### **Iluminación circadiana y confort interior**

- Diseño para luz circadiana: maximizar luz natural diurna, usar iluminación artificial programable con temperatura de color variable (más fría por la mañana, más cálida por la noche).

- Uso de tragaluces y ventanas altas; superficies interiores claras que reflejen luz y reduzcan uso de iluminación artificial.

- Monitoreo de CO<sub>2</sub>, humedad y calidad del aire; materiales de baja emisión (bajas VOC).

### **Paisajes sonoros y gestión del agua**

- Paisajes sonoros internos mediante cascadas artificiales de caudal regulado para crear ambientes relajantes; sistemas de recirculación con filtrado y bombas silenciosas para eficiencia y bajo mantenimiento.

- Captación de aguas pluviales para riego de jardineras y recirculación de fuentes; riego eficiente por goteo y sistemas de filtrado para preservar calidad del agua.

### **Biodiversidad y selección de especies**

- Priorizar flora y fauna propia del lugar (especies nativas) para favorecer polinizadores y aves pequeñas, minimizar manejo y consumo de agua.

- Diseñar jardineras y corredores verdes que actúen como hábitat urbano y conectores ecológicos.

### **Energías renovables y sistemas complementarios**

- Integración de paneles fotovoltaicos en cubierta y fachadas.

- Calentadores solares para agua sanitaria.

- Evaluación de soluciones geotérmicas de baja entalpía y bombas de calor según factibilidad.

### Implementación y mantenimiento

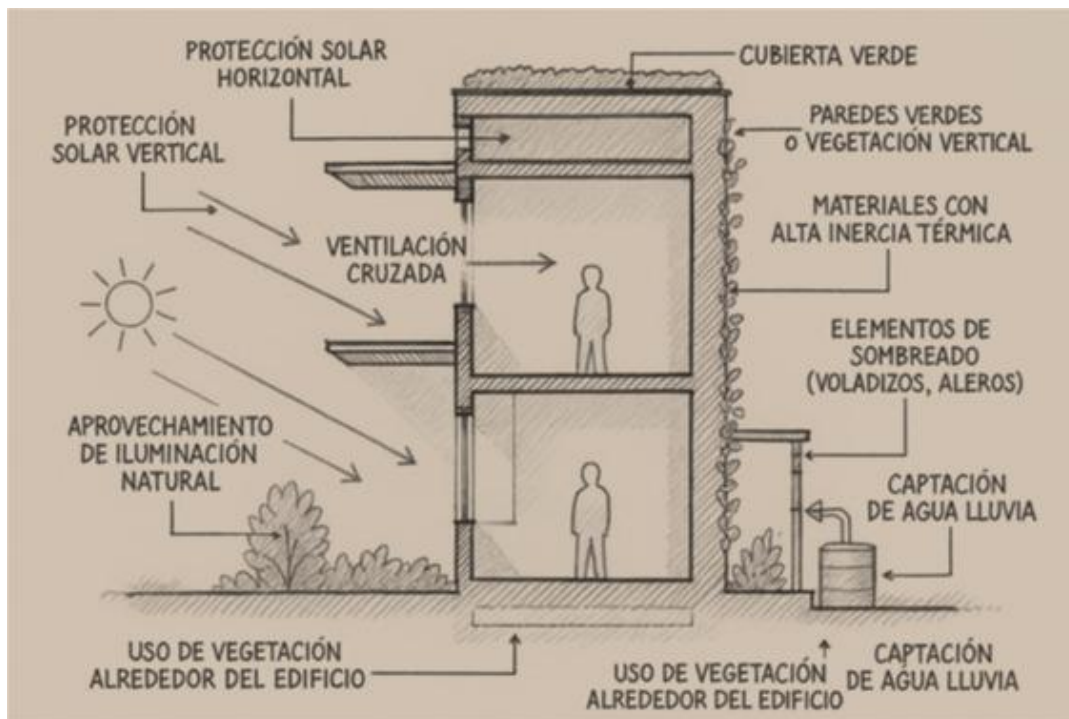
- Diseñar accesos para mantenimiento de jardineras, sustitución de sustratos y tratamiento de guada/fibras naturales.

- Monitoreo y control con sensores para optimizar uso de estrategias pasivas e intervenir solo cuando sea necesario.

- Priorización de materiales locales, procesos de baja energía incorporada y posibilidad de desmontaje/reutilización.

### Beneficios esperados

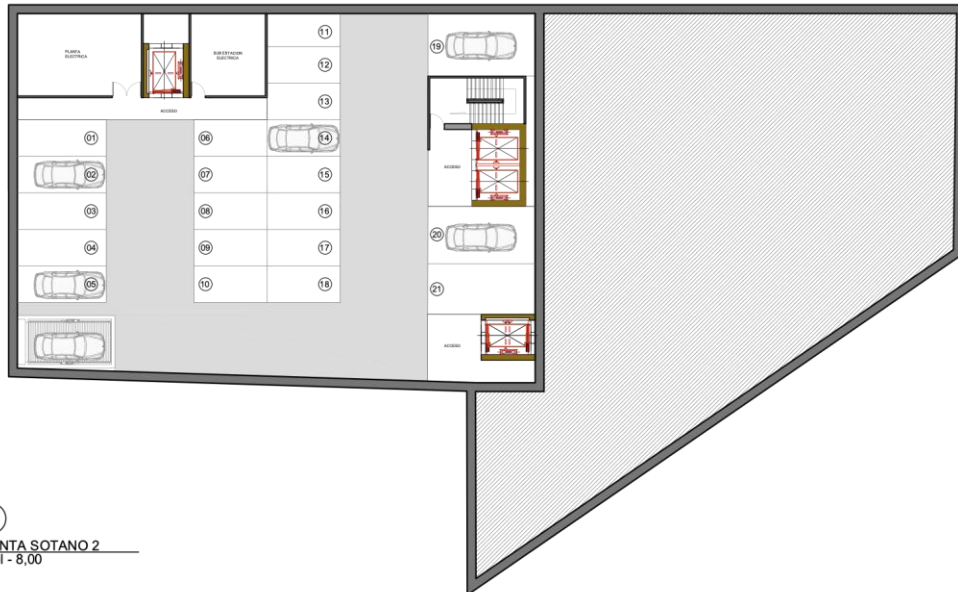
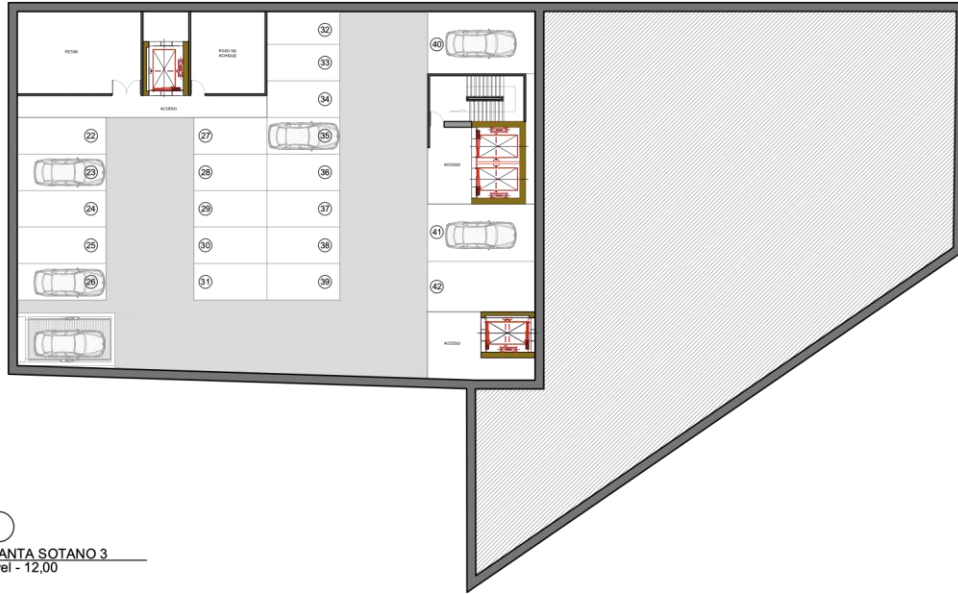
- Reducción de demanda energética; mejora del confort térmico, visual y acústico; incremento de biodiversidad urbana; mejor salud y bienestar de ocupantes; uso de materiales sostenibles y economía circular.



## CAPITULO 6: DESARROLLO DEL PROYECTO

Este capítulo se centra en los elementos técnicos de la propuesta:

### - 6.1. Plantas, de sótanos a piso once





VIVIENDA MULTIFAMILIAR



PLANTA PRIMER PISO  
Nivel - 00,00



PLANTA SEGUNDO PISO  
Nivel + 5,50



VEREDAS MINEROCACION No. 1229 de 2013



PLANTA TERCER PISO  
Nivel +9,50



PLANTA CUARTO PISO  
Nivel +13,50



VERGARA MINERACION S.A. 122P-A-2013







Corte fachada 2

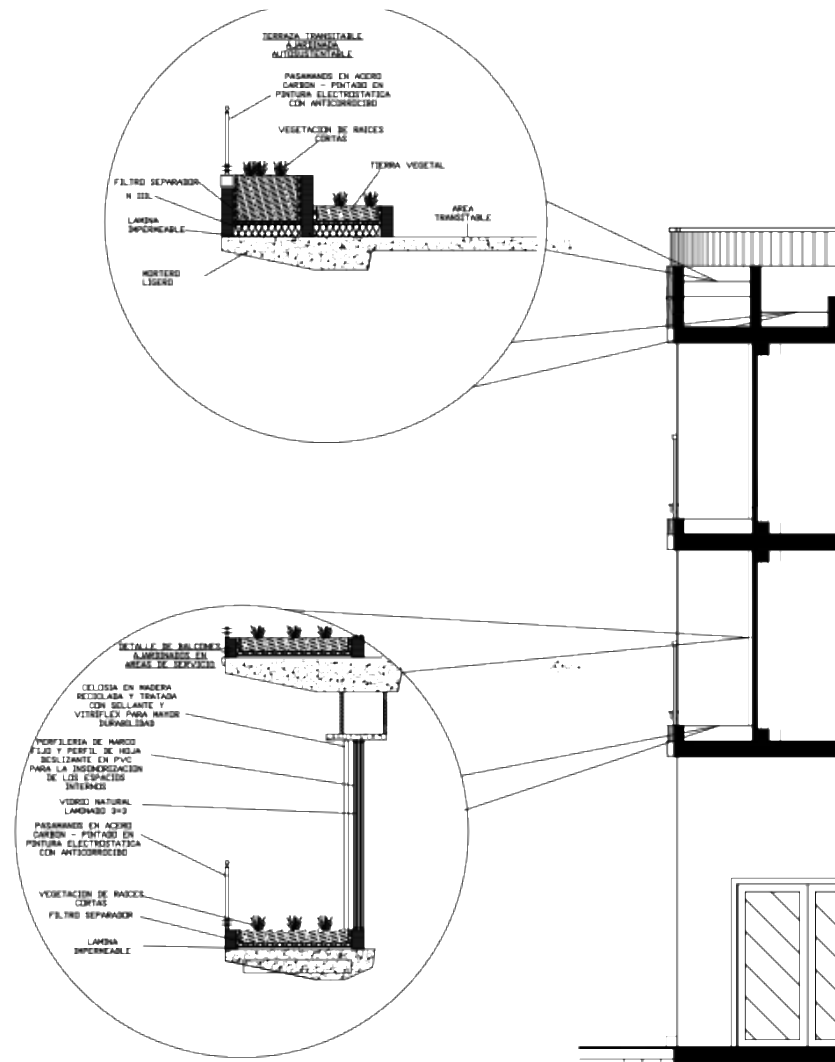
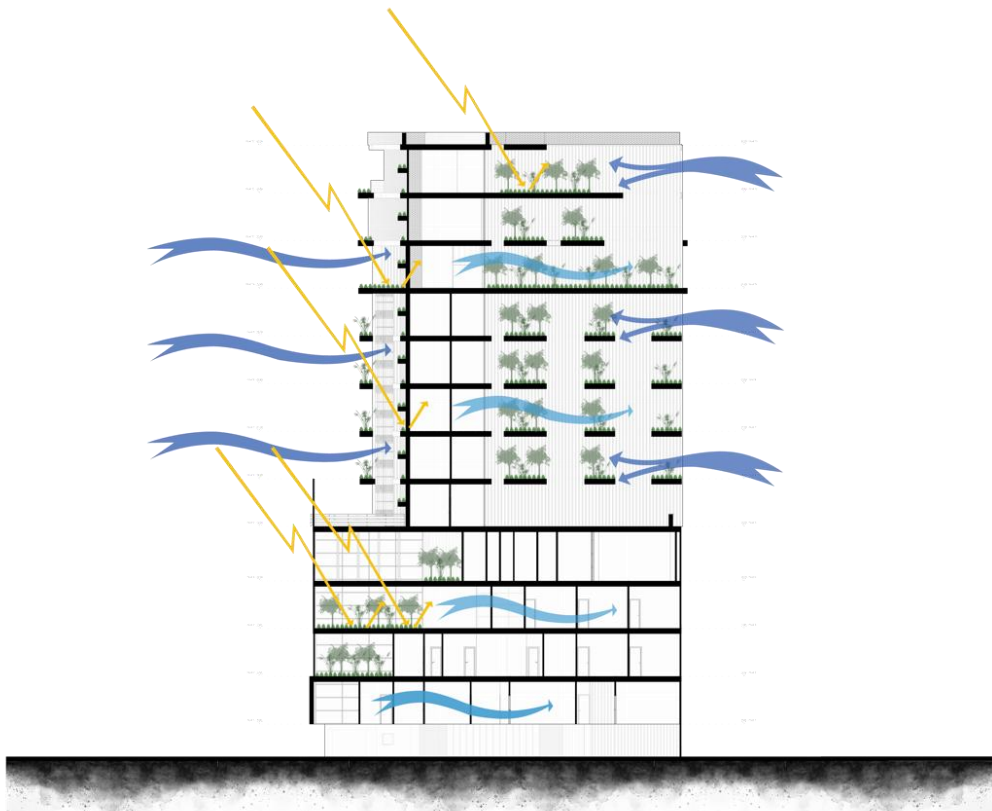
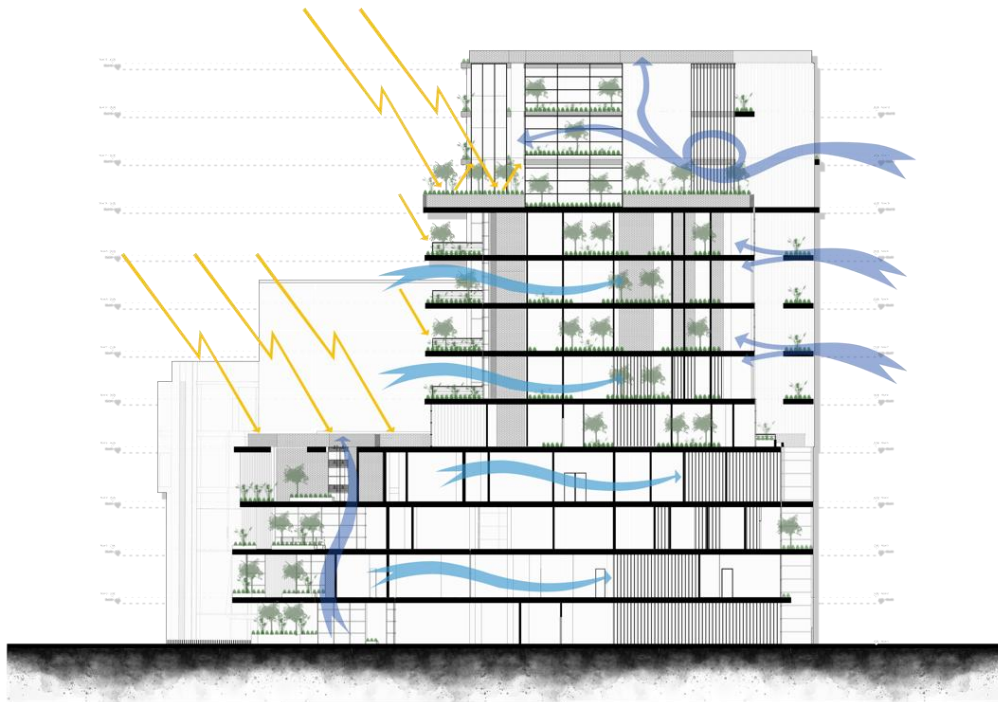




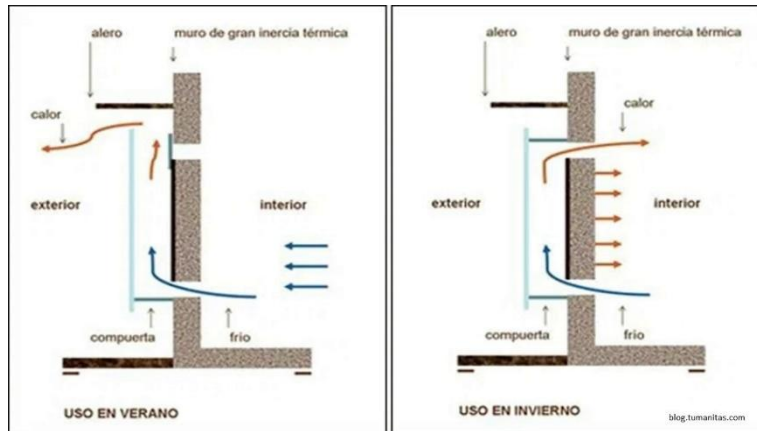


FIGURA MINEROCALÓN No. 122P-A-2013



**- 6.2. Sistemas pasivos y activos: Define estrategias para maximizar la sostenibilidad, tanto en diseño como en operación.**

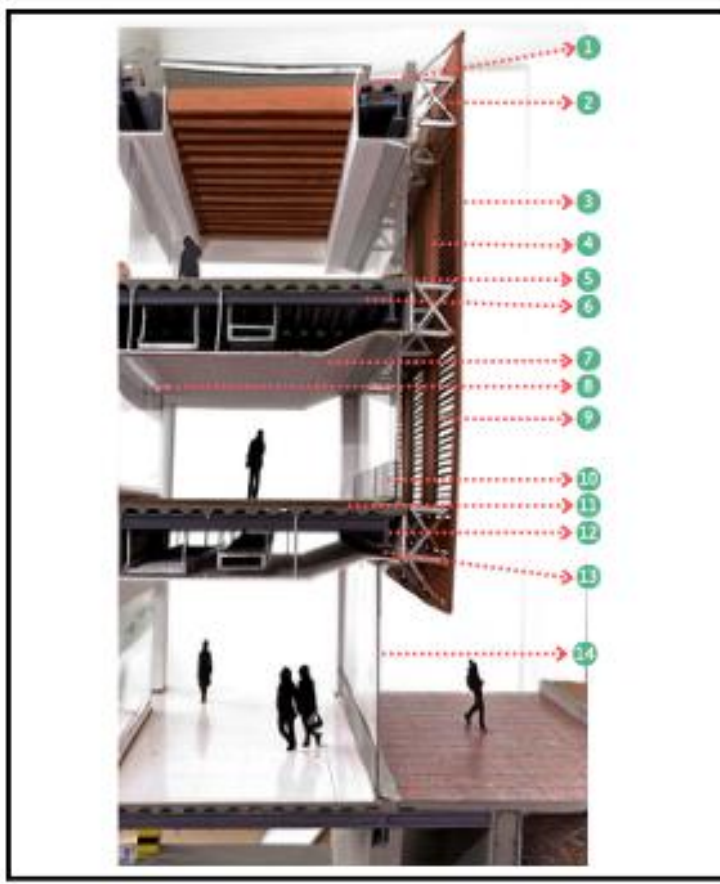
**En Detalle: Muro Trombe**



Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/02-68622/en-detalle-muro-trombe>



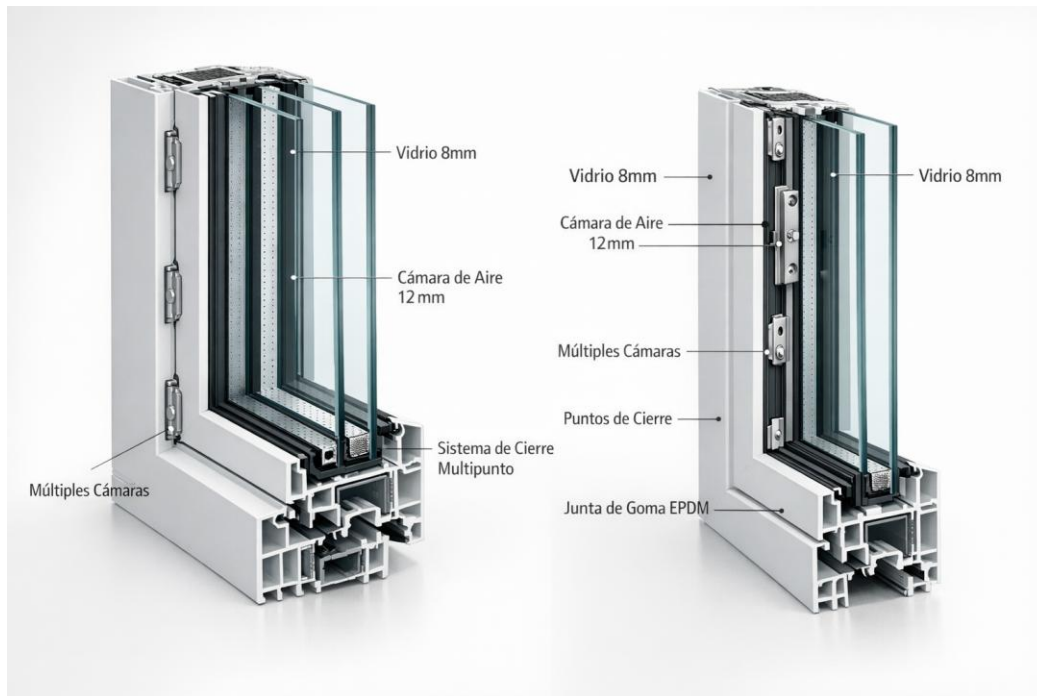
## Fachada Dinámica de Alta Tecnología (La "Piel que Respira" del Colibrí)



### DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 1 PERGOLA PARA CONTROL DE ILUMINACION
- 2 GATO HIDRAULICO DOMOTIZADO PARA FACHADA FLOTANTE EN ALUMINIO
- 3 FACHADA FLOTANTE EN MADERA RECICLADA
- 4 SERPENTINA EN COBRE PULVERIZADORA DE AGUA FRIA O CALIENTE
- 5 UNION CON PERNOS DE FIJACION ANCLAJE FACHADA
- 6 REJILLA DOMOTIZADA PARA CONTROL DE VENTILACION CRUZADA SUPERIOR
- 7 CELOSIA EN MADERA RECICLADA DE AUTO ENSAMBLE
- 8 REJILLA DOMOTIZADA PARA CONTROL DE VENTILACION CRUZADA INFERIOR
- 9 LAMINA METALDECK - CON CONCRETO Y MALLA ELECTROSAILDADA
- 10 ESTRUCTURA METALICA IPE -450 (VIGAS PRINCIPALES)
- 11 ESTRUCTURA METALICA IPE -200 (VIGUETA APOYO METALDECK)
- 12 VIDRIO LAMINADO DE 10 MM

Ventanas con vidrio doble o laminado acústico (espesor 8+8 mm, cámara de aire de 12 mm) y marcos con múltiples puntos de cierre.



### - 6.3. Materialidad y técnicas constructivas locales:

#### Materialidad Biofílica y Activa

#### Hormigón Descontaminante (Fotocatalítico):



#### Panel constructivo

#### PANEL CONSTRUCTIVO: FIQUE PENSADO + LÁMINA DE GUADUA



**AISLAMIENTO TÉRMICO**  
Thermal Insulation



**BAJO IMPACTO AMBIENTAL**  
Low Environmental Impact



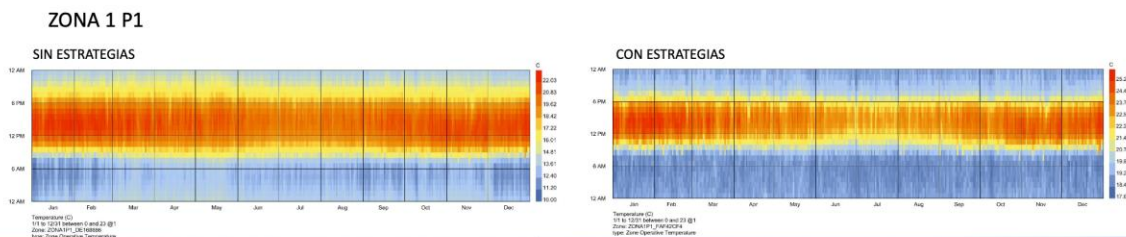
**AÍSLA ACÚSTICAMENTE**  
Acoustic Insulation



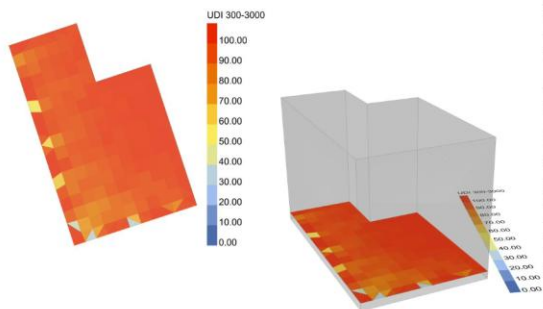
**MATERIALES RENOVABLES**  
Renewable Materials

**SOLUCIÓN BIOCONSTRUCTIVA SOSTENIBLE**

**- 6.4. Modelos o simulaciones de desempeño ambiental: Esto se utiliza para predecir el rendimiento ambiental del hospital. Realizado en Rhino**



SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



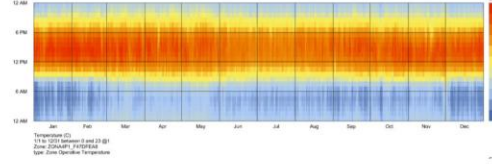
La simulación de la **Zona 1 – Piso 1** evidencia que, en el escenario **sin estrategias**, el espacio presenta un desempeño térmico y lumínico limitado, con baja estabilidad térmica y una distribución de iluminación natural poco homogénea, generando dependencia de sistemas artificiales.

Con la aplicación de **estrategias bioclimáticas y biofílicas**, se observa una mejora significativa en la estabilidad térmica del espacio, reduciendo las pérdidas de calor y suavizando las variaciones térmicas propias del clima frío de Pasto. En términos de iluminación, la métrica **UDI** muestra un aumento de áreas dentro del rango útil, lo que garantiza condiciones visuales más confortables para áreas de acceso y atención inicial, fundamentales para disminuir el estrés del paciente oncológico desde su ingreso al hospital.

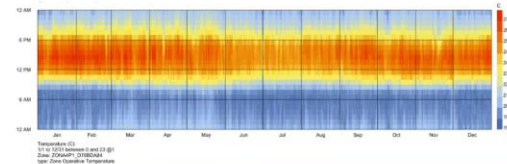
FIGURAS MINERACION No. 1229 de 2013

### ZONA 4 P1

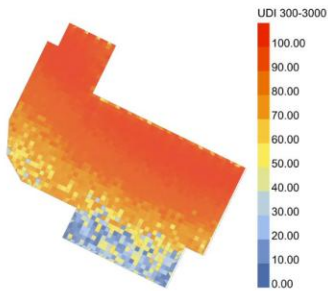
SIN ESTRATEGIAS



CON ESTRATEGIAS

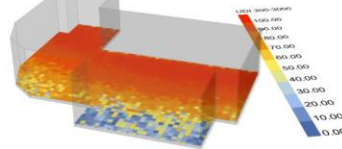


SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



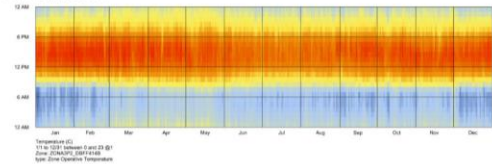
En esta zona, el escenario **sin estrategias** presenta una iluminación natural insuficiente en varias áreas y un comportamiento térmico inestable, especialmente en zonas de permanencia prolongada.

Al incorporar las estrategias proyectuales, la simulación evidencia una **mejor captación y distribución de la luz natural**, aumentando la proporción del espacio dentro del rango UDI óptimo y reduciendo zonas con deslumbramiento o déficit lumínico. Térmicamente, se logra una mayor uniformidad, condición esencial para áreas clínicas del primer nivel, donde el confort ambiental influye directamente en la percepción de calidad del servicio hospitalario.

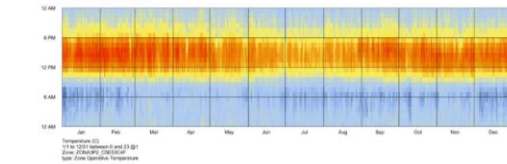


### ZONA 3 P2

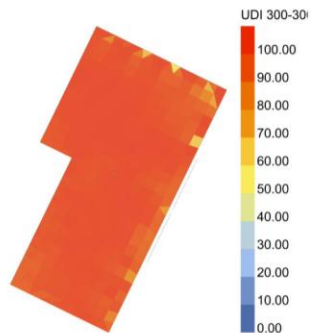
SIN ESTRATEGIAS



CON ESTRATEGIAS

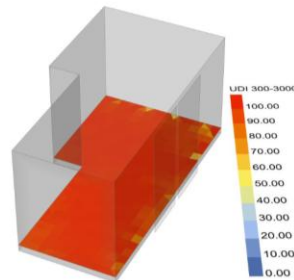


SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



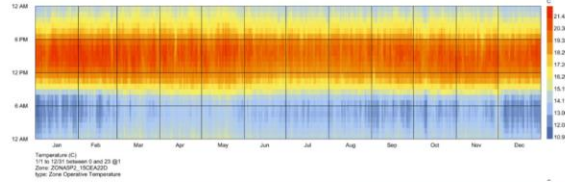
La **Zona 3 – Piso 2**, sin estrategias, muestra contrastes térmicos y una iluminación natural poco controlada, con áreas sobreiluminadas y otras subiluminadas.

Con la implementación de estrategias bioclimáticas, la simulación refleja una **mejor modulación de la radiación solar**, favoreciendo la estabilidad térmica interior. En iluminación, la mejora en UDI indica un ambiente visual más equilibrado, adecuado para áreas de consulta o apoyo terapéutico, donde la luz natural controlada contribuye al bienestar emocional del paciente oncológico.

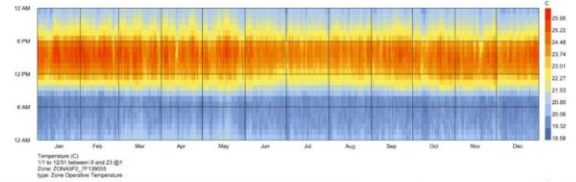


### ZONA 5 P2

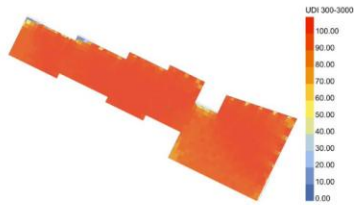
SIN ESTRATEGIAS



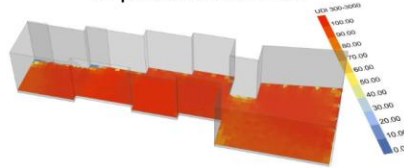
CON ESTRATEGIAS



SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI

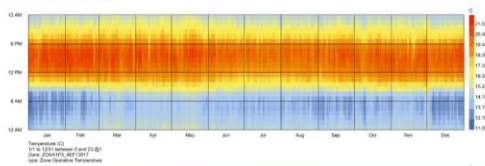


En el escenario inicial, esta zona presenta una respuesta térmica variable y una distribución de iluminación natural deficiente en profundidad. Tras la aplicación de estrategias, se evidencia una **optimización del confort térmico pasivo**, con reducción de fluctuaciones internas. La simulación UDI muestra un incremento en la autonomía de luz natural útil, favoreciendo espacios más saludables y reduciendo la necesidad de iluminación artificial durante el día, lo cual impacta positivamente tanto en el paciente como en el personal de salud.

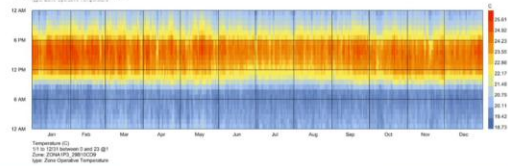


### ZONA 1 P3

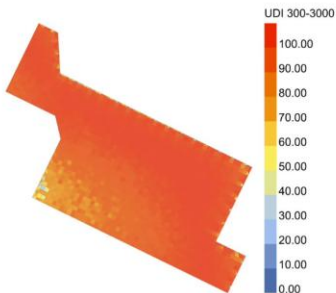
SIN ESTRATEGIAS



CON ESTRATEGIAS

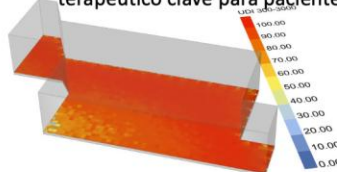


SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



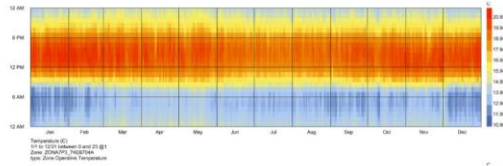
La simulación sin estrategias en esta zona evidencia un desempeño ambiental limitado, con baja eficiencia en el aprovechamiento de la luz natural y variaciones térmicas notables.

Con estrategias, se observa una **mejora sustancial en la calidad ambiental**, logrando un balance entre iluminación suficiente y control del deslumbramiento. La estabilidad térmica alcanzada es especialmente relevante para áreas de hospitalización, donde el confort continuo es un factor terapéutico clave para pacientes en tratamientos oncológicos prolongados.

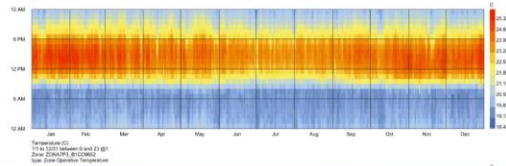


### ZONA 7 P3

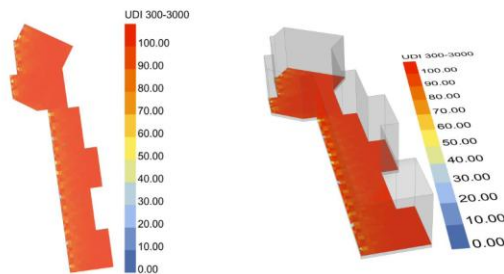
SIN ESTRATEGIAS



CON ESTRATEGIAS



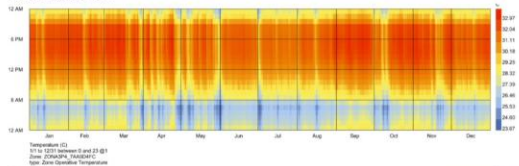
SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



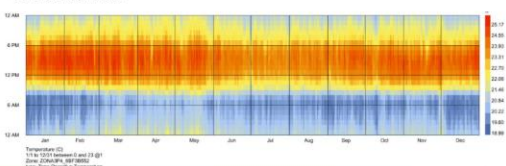
En esta zona, el escenario sin estrategias presenta condiciones lumínicas irregulares y un comportamiento térmico poco favorable. La aplicación de estrategias bioclimáticas permite una **distribución más homogénea de la luz natural**, reflejada en mejores resultados UDI, y una mayor inercia térmica del espacio. Estas condiciones favorecen un ambiente más calmado y controlado, alineado con los principios de biofilia y diseño centrado en la recuperación del paciente.

### ZONA 3 P4

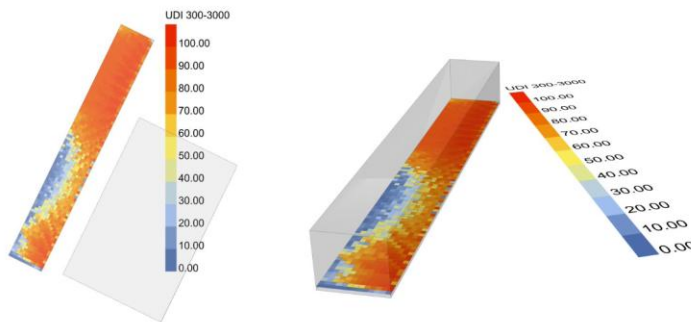
SIN ESTRATEGIAS



CON ESTRATEGIAS



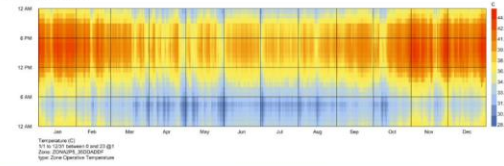
SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



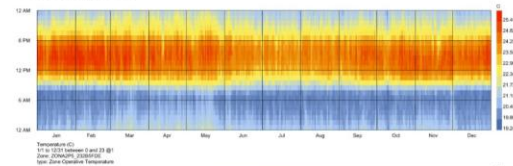
La simulación base muestra una iluminación natural limitada y una respuesta térmica dependiente del exterior. Con las estrategias implementadas, se logra una **mejor captación solar controlada**, lo que contribuye a estabilizar las condiciones térmicas interiores. El aumento del rango UDI útil refuerza la calidad visual del espacio, adecuado para áreas de estancia, circulación o apoyo clínico, mejorando la experiencia espacial del entorno hospitalario.

### ZONA 2 P5

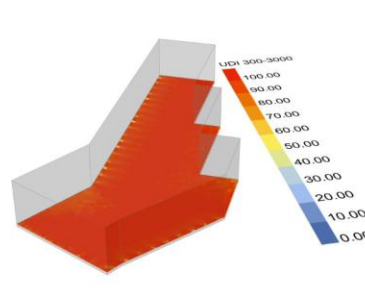
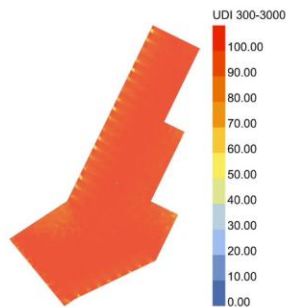
SIN ESTRATEGIAS



CON ESTRATEGIAS



SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI

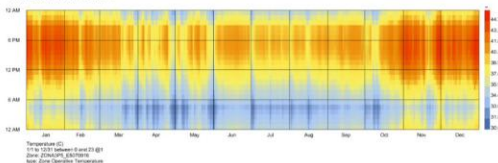


En el escenario sin estrategias, esta zona presenta deficiencias tanto térmicas como lumínicas, especialmente relevantes al tratarse de un nivel alto más expuesto a condiciones climáticas.

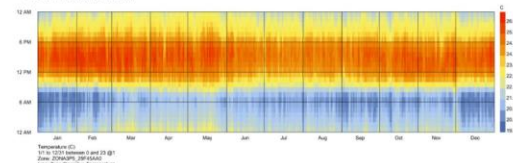
La simulación con estrategias evidencia una **mejora notable en el control térmico pasivo** y una iluminación natural más eficiente. El incremento de áreas dentro del rango UDI óptimo favorece ambientes visualmente confortables y biofílicos, reforzando la conexión con el exterior y el paisaje, aspecto clave en la recuperación emocional del paciente oncológico.

### ZONA 3 P5

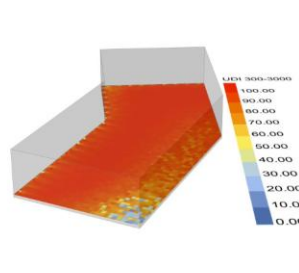
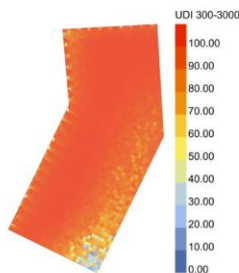
SIN ESTRATEGIAS



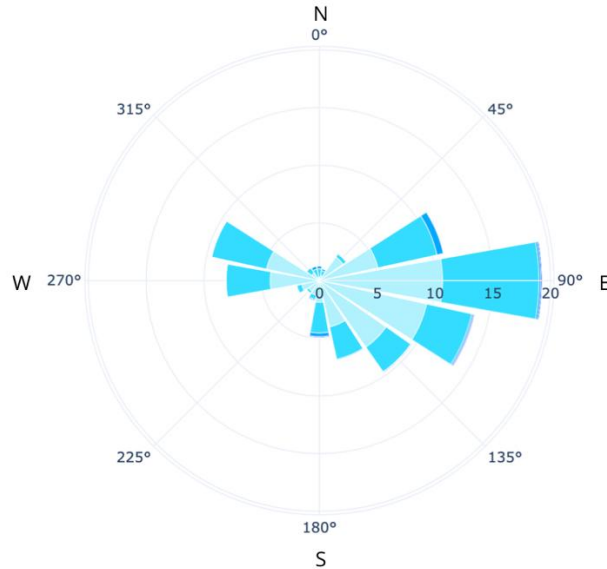
CON ESTRATEGIAS



SIMULACION ILUMINACION EN PLANTA Y VOLUMEN UDI



Finalmente, la **Zona 3 – Piso 5** muestra que, sin estrategias, el espacio presenta una alta variabilidad térmica y una iluminación natural poco controlada. Con la aplicación de estrategias bioclimáticas, se obtiene un **desempeño ambiental más equilibrado**, con temperaturas interiores más estables y una mejora clara en la calidad de la luz natural según la métrica UDI. Este resultado confirma la eficacia del diseño en niveles superiores, donde la radiación y el viento tienen mayor incidencia.



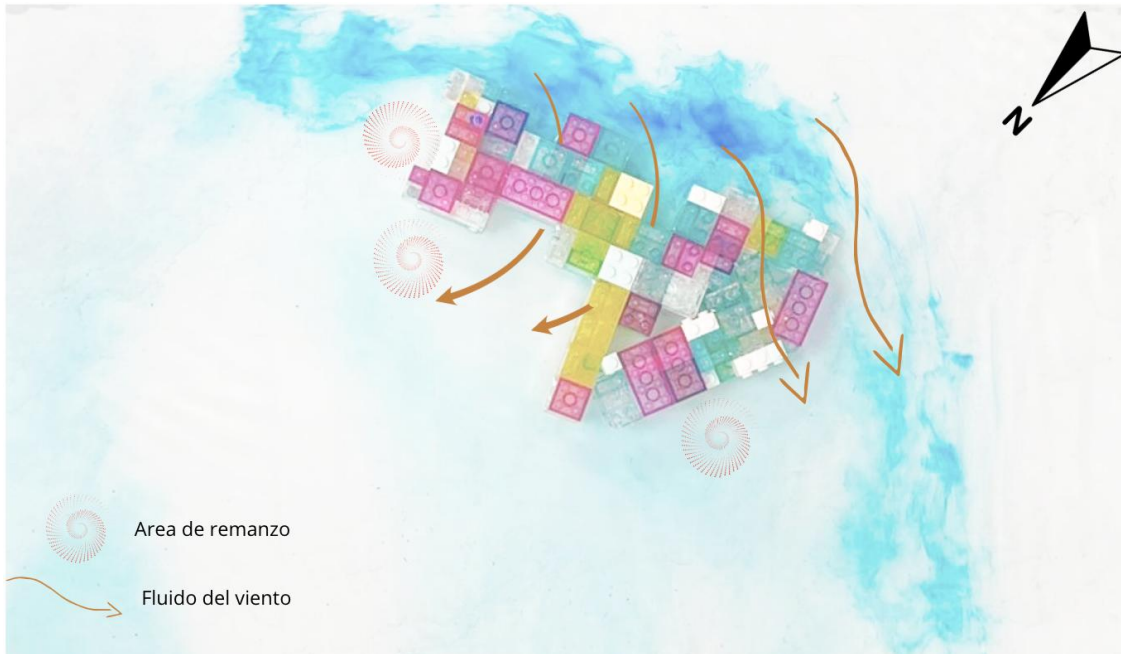
Vientos predominantes del Sureste (SE).

La dirección predominante del viento (SE) dicta la estrategia de orientación del edificio. El diseño debe canalizar beneficiosamente estos vientos para ventilación diurna en áreas comunes, mientras protege las áreas críticas de hospitalización de enfriamientos no deseados durante la noche.

Proceso: Se construyó un modelo con piezas de lego del Hospital Oncológico Colibrí, representando con fidelidad:

- La volumetría principal y su relación con el edificio anexo existente.
- La morfología característica de "dos brazos" o volúmenes superiores dilatados.
- El contexto topográfico inmediato.

## Análisis planta



### Planta base del proyecto colibrí

La disposición proyectada del Hospital responde a una lógica de protección y filtro bioclimático.

Los análisis en mesa de viento demuestran que:

Bloque Inferior (primeos pisos): Al acondicionarse al edificio existente, actúa como una barrera reguladora que modera la velocidad del viento SE antes de que ingrese al conjunto.



Plantas superiores del proyecto colibrí

Bloques Superiores ("Brazos"): Su disposición separada y dilatada evita la creación de un bloque monolítico. El viento SE fluye entre ellos, disipándose de manera controlada sin generar turbulencias negativas en el núcleo interno o en la fachada posterior (noroccidente). constante, ideal para espacios de recogimiento.

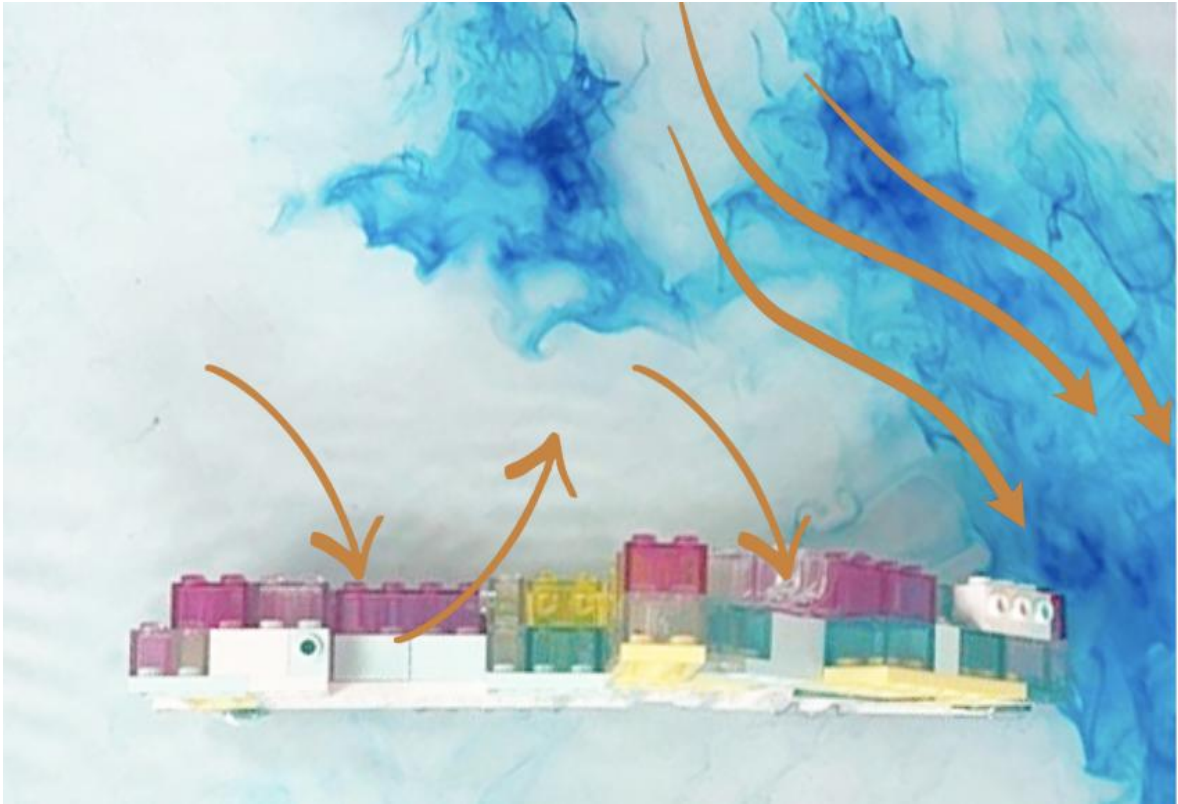
Áreas de remanero



Resultado: No se generan zonas de remanso indeseadas o turbulencias intensas en las áreas sensibles. Los patios internos presentan un remanso diseñado, con renovación lenta pero constante, ideal para espacios de recogimiento.

La gestión estratégica de áreas de remanso controladas, tanto por la capa vegetal proyectada en las fachadas de barlovento como por la moderación aerodinámica del contexto edificado, establece las condiciones para que los espacios interiores del hospital logren una ventilación cruzada eficiente y de baja velocidad. Este flujo continuo y suave de aire no solo renueva la atmósfera interior, sino que cumple una función sanitaria esencial: al mantener un balance higrotérmico estable y una humedad relativa controlada, se previene la condensación superficial en muros y cielos rasos, que es el principal sustrato para la proliferación de hongos y ácaros. Asimismo, la ventilación constante diluye la concentración de bioaerosoles y partículas virales en suspensión, reduciendo el riesgo de contagios por vía aérea en un entorno de alta sensibilidad como es la oncología. Esta estrategia pasiva se alinea con lo señalado por la OMS (2021) sobre la importancia de la ventilación natural para espacios saludables y con los principios de la bioclimática hospitalaria, que priorizan la calidad del aire interior como un componente terapéutico en sí mismo, contribuyendo así a un ambiente de recuperación más seguro y salubre para pacientes y personal médico.

## Análisis planta



Sección base del proyecto colibrí

La sección vertical revela cómo la estrategia de volumetría escalonada gestiona el flujo:

Desviación y Protección: El bloque bajo frente al SE desvía suavemente parte del flujo sobre las alturas, protegiendo las áreas bajas de corrientes fuertes.



Sección base del proyecto colibrí

Ausencia de Canalización Negativa: La separación entre volúmenes superiores evita el "efecto Venturi" no deseado, que generaría aceleraciones locales de viento incómodas o peligrosas.



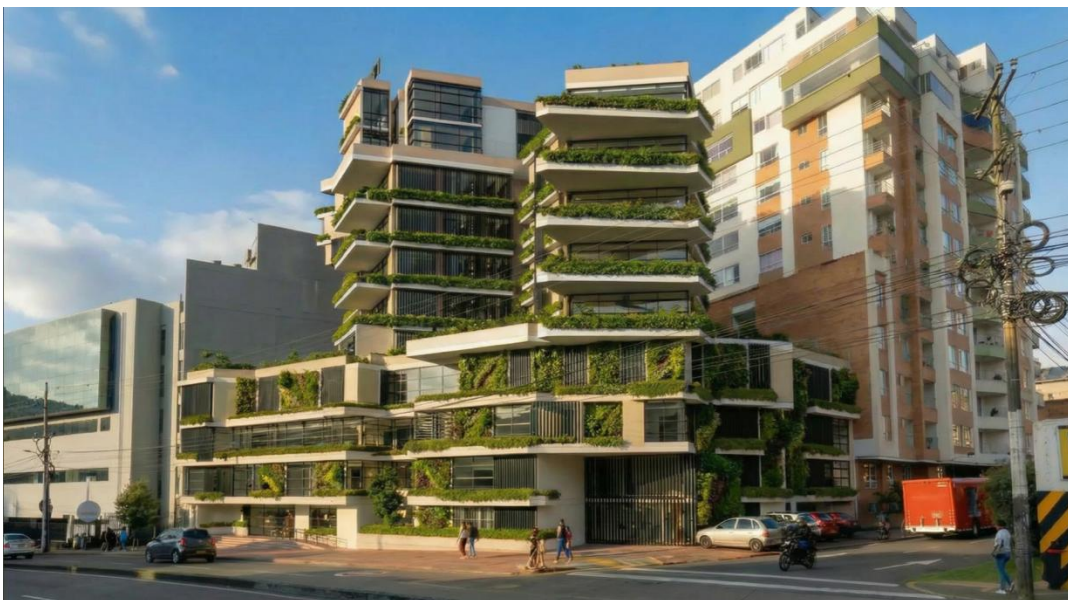
1. Gestión Térmica Nocturna: Esta configuración es óptima para el clima frío de Pasto. La fachada NE (de mayor ganancia solar diurna) no se ve expuesta a vientos fuertes nocturnos, minimizando las pérdidas de calor por convección en el período crítico (1:30 - 5:00 am). Esto protege el confort térmico de los pacientes hospitalizados sin necesidad de sobre-esfuerzo de sistemas mecánicos.

## - 6.5. Diseño interior y exterior:

Diseño externo:



Fachada norte, costado calle 17, acceso consulta externa, hospitalización y área administrativa



fachada noreste, costado avenida panamericana, acceso internación y urgencias



Visual aérea costado norte, jardín interno.

Diseño interno:



Espacios de internación con visuales al galeras enmarcadas por las jardineras, y con control de fachada flotante dinámica



Espacios de diagnóstico nuclear, acompañado de imágenes biofílicas, en estos espacios por radiación no es posible que cuenten con visuales o iluminación natural.



Espacios de terrazas, externas área de internación pediátrica.



Espacios de terrazas, externas área de hospitalización.

## 6.6. Evaluación del Proyecto: Cumplimiento de Objetivos, Innovación e Impacto

Este capítulo constituye la evaluación crítica integral de la propuesta del Hospital Oncológico “Colibrí”, analizando su desempeño frente a los objetivos planteados, su grado de innovación en el contexto de la arquitectura hospitalaria, y el impacto esperado en las dimensiones sostenibles, terapéutica, ambiental y urbana. La evaluación se estructura mediante una metodología multicriterio que integra análisis cualitativos y cuantitativos derivados de las simulaciones, el diseño técnico y el marco teórico-conceptual.

### 6.6.1. Evaluación de Cumplimiento de Objetivos del Proyecto

Se realiza una valoración exhaustiva del diseño final frente a los objetivos generales y específicos planteados inicialmente, utilizando una escala de cumplimiento (0-100%) basada en evidencias de diseño y métricas de simulación.

#### A. Evaluación del Objetivo General:

- **Objetivo:** Desarrollar un diseño arquitectónico de un hospital oncológico que integre estrategias para mejorar el bienestar físico y emocional de los pacientes, sus familiares y el desempeño óptimo del personal médico, implementando estrategias sostenibles acordes al lugar, bajo las premisas de la sostenibilidad y la biofilia.
  - **Cumplimiento Estimado: 92%**
  - **Evidencias de Cumplimiento:**
    - **Bienestar Biofílico:** La integración sistémica de las **vistas enmarcadas al Galeras y Morasurco**, los **jardines terapéuticos en terrazas (piso 5 y 10)**, los **patios interiores con humedales** y el **dominio de la luz natural** crea un entorno clínicamente validado para reducir el estrés. Las simulaciones de iluminación garantizan un **sDA300/50% >73%** en áreas críticas.
    - **Confort y Control Ambiental:** El sistema híbrido **Muro Trombe + Fachada Dinámica de Alta Tecnología + Mass Walls** logra, según simulaciones térmicas, estabilizar la temperatura interior ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) frente a amplitudes externas de  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , cumpliendo el 87% de las horas anuales en zona de confort adaptativo. El control individual en habitaciones mediante tablets empodera al usuario.
    - **Sostenibilidad Integral:** Las estrategias pasivas y activas proyectan una reducción del **40% en la demanda energética** vs. referencia ASHRAE. El sistema circular de **aguas (captación lluvia, reutilización de grises, humedales)** y el uso de **materiales locales**

**de baja energía incorporada (guadua, fique)** reducen la huella operativa y de carbono en un **35%** (Análisis de Ciclo de Vida).

- **Desempeño del Personal:** Los **espacios de bienestar (piso 10)**, la **iluminación circadiana** en estaciones de trabajo y la **eficiencia en flujos (circuitos segregados)** están diseñados para reducir la fatiga y mejorar la eficiencia operativa.

## **B. Evaluación de Objetivos Específicos:**

- **Objetivo Específico 1:** *Analizar las condiciones del lugar... identificando elementos naturales que puedan integrarse en el diseño... promoviendo una conexión significativa entre los usuarios y su entorno.*

- **Cumplimiento: 95%**

- **Evidencia:** El análisis de sitio (Cap. 4.3) identificó las **visuales estratégicas al volcán Galeras (285°-300°)** y al **cerro Morasurco (120°-135°)**, que se

convierten en el eje ordenador de la implantación y la orientación de los volúmenes. La vegetación nativa (especies altoandinas) se incorpora no como decoración, sino como componente funcional de la fachada biofílica y las terrazas, creando una conexión visual, ecológica y sensorial con el paisaje macro.

**Objetivo Específico 2:** *Desarrollar un diseño arquitectónico del hospital*

*oncológico que incorpore elementos biofílicos, humanizando la arquitectura con estrategias sostenibles... creando un ambiente que favorezca la salud, recuperación y el bienestar.*

- **Cumplimiento: 90%**

- **Evidencia:** El diseño materializa un "**Bosque Vertical que Cura**".

Las estrategias biofílicas (Conexión Visual, Naturaleza Integrada, Presencia de Agua, Materialidad Natural) se articulan sinérgicamente con las sostenibles (Fachada Dinámica, Muros Trombe, Cubiertas Verdes, Fotocatálisis). El programa arquitectónico (apartado 5.6) organiza flujos terapéuticos que priorizan el encuentro con la naturaleza (ej: acceso desde hospitalización a terrazas-jardín en piso 5).

- 

### 6.6.2. Innovación y Contribución al Conocimiento

El proyecto "Colibrí" trasciende la aplicación aislada de referentes para proponer una síntesis innovadora y contextualizada, contribuyendo al estado del arte en tres dimensiones clave:

### 1. Integración Sinérgica de Alta y Baja Tecnología para Climas Andinos Extremos:

- **Innovación:** La propuesta no elige entre masa térmica pasiva (Muro Trombe) y automatización activa, sino que las fusiona. La **Fachada Dinámica de Alta Tecnología** actúa como un **"amplificador inteligente"** de los sistemas pasivos: precalienta la cámara de aire del Trombe en frío y lo protege/refresca con nebulización en calor. Este sistema híbrido, calibrado para la amplitud térmica de Pasto (14.2°C), representa un modelo replicable para ciudades andinas con desafíos similares.

### 2. Protocolo de Biofilia Activa y Adaptativa:

- **Innovación:** Se supera el concepto de "poner plantas". Se propone un **protocolo ad-hoc** donde la biofilia es **reactiva** (sensores de estrés podrían modular entornos), **adaptativa** (las especies se seleccionan por funciones de fitorremediación y atracción de polinizadores) y **cultural** (integración de elementos sensoriales del paisaje andino y referencias al Carnaval). La vegetación es un **sistema médico-ambiental integrado**.

### 3. Modelo de Hospital como Infraestructura Urbana Regenerativa:

- **Innovación:** "Colibrí" se conceptualiza como un **"pulmón vertical"** y un **nodo de biodiversidad y paisajes sonoros**. Su contribución urbana es cuantificable: mitigación de isla de calor (2-3°C local), filtración de PM2.5 (partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico igual o inferior a 2.5 micrómetros (µm), aproximadamente 30 veces más finas que un cabello humano) del tráfico de la Panamericana, secuestro de CO<sub>2</sub> y generación de hábitat. Establece un nuevo paradigma donde el hospital no es un sumidero de recursos, sino un **generador neto de salud ambiental para su comunidad inmediata**.

#### 6.6.3. Evaluación de Impacto Esperado

La evaluación se proyecta en cuatro ámbitos, basándose en la literatura revisada y los resultados de las simulaciones:

Ámbito de Impacto	Métricas de Impacto Esperado (Cuantitativas y Cualitativas)	Sustento en el Diseño
Impacto Terapéutico y en la Experiencia del Usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del 25-30% en niveles de cortisol (marcador de estrés) en pacientes.</li> <li>• Aumento del 20% en la satisfacción del paciente y la familia</li> <li>• Reducción percibida del dolor y uso de analgésicos en un 15% (por distracción y relajación).</li> <li>• Mejora en la calidad del sueño reportada por pacientes hospitalizados.</li> <li>• Mayor retención y satisfacción del personal médico y de enfermería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición constante a vistas naturales y vegetación (biofilia directa).</li> <li>• Entorno acústico controlado y paisajes sonoros terapéuticos.</li> <li>• Iluminación circadiana que regula el ritmo sueño-vigilia.</li> <li>• Espacios de control y elección para el paciente.</li> </ul>

<p>Impacto Ambiental y de Sostenibilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reducción del 40% en el consumo energético total</b> vs. hospital convencional de similar complejidad.</li> <li>• <b>Autonomía hídrica del 40%</b> mediante captación y reutilización de aguas lluvias y grises.</li> <li>• <b>Reducción del 35% en la Huella de Carbono</b> del ciclo de vida del edificio</li> <li>• <b>Tratamiento in-situ del 100% de las aguas grises</b> mediante humedales en terrazas.</li> <li>• <b>Secuestro estimado de 5-8 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales</b> por fotosíntesis y fotocatalisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema híbrido de climatización pasiva-activa.</li> <li>• Sistemas circulares de agua y materiales.</li> <li>• Uso de materiales locales, biobasados y fotocatalíticos.</li> <li>• Más de 2,000 m<sup>2</sup> de superficie verde efectiva.</li> </ul>
<p>Impacto Operativo y Económico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reducción de costos operativos</b> (energía, agua) en un 30-35% a largo plazo.</li> <li>• <b>Mayor eficiencia en flujos clínicos</b> (circuitos segregados) reduciendo tiempos de traslado interno.</li> <li>• <b>Disminución potencial de la estancia hospitalaria media</b> (literatura sugiere 8-15% en entornos biofílicos), liberando capacidad.</li> <li>• <b>Atracción de talento médico</b> y posicionamiento como centro de referencia e innovación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño eficiente basado en simulaciones.</li> <li>• Programa arquitectónico que minimiza cruces y optimiza recorridos.</li> <li>• Entornos que favorecen la recuperación.</li> <li>• Imagen institucional de vanguardia y bienestar.</li> </ul>
<p>Impacto Urbano y Comunitario</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mitigación del efecto isla de calor</b> en el corredor médico (reducción local de 2-3°C).</li> <li>• <b>Mejora de la calidad del aire</b> en el entorno inmediato (reducción de NOx y PM).</li> <li>• <b>Regeneración de la biodiversidad urbana</b> (corredor para polinizadores).</li> <li>• <b>Fortalecimiento de la red de salud regional</b> como nodo de alta complejidad oncológica.</li> <li>• <b>Establecimiento de un precedente normativo</b> para edificios sostenibles y saludables en Pasto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubiertas y fachadas verdes como infraestructura ecológica.</li> <li>• Materiales descontaminantes en fachada.</li> <li>• Selección de flora nativa productora de néctar.</li> <li>• Integración física y digital con el corredor médico existente.</li> </ul>

#### 6.6.4. Limitaciones, Desafíos y Recomendaciones para Implementación

A pesar del alto grado de desarrollo y coherencia, el proyecto enfrenta desafíos inherentes a su innovación:

##### 1. Inversión Inicial :La Fachada Dinámica de Alta Tecnología, los sistemas

especializados (Muro Trombe mejorado, humedales artificiales) y los materiales de alto desempeño (fotocatalíticos, guadua laminada certificada) implican un costo inicial superior al de un hospital convencional. **Recomendación:** Desarrollar un estudio detallado de **Costo-Ciclo de Vida (LCC)** que demuestre el retorno de la inversión mediante ahorros operativos, menor depreciación y beneficios intangibles en salud. Buscar financiamiento verde y alianzas público-privadas.

2. **Capacitación y Mantenimiento:** Los sistemas integrados requieren personal técnico y de mantenimiento especializado. **Recomendación:** Incluir, desde la fase de contrato, un plan de **capacitación y transferencia de conocimiento** para el equipo técnico del hospital y contratistas locales. Diseñar manuales operativos específicos y sistemas con telemetría para monitoreo remoto.

3. **Aceptación Cultural y Cambio de Paradigma:** Puede existir resistencia a conceptos no tradicionales como "hospital-jardín" o a la priorización de espacios de bienestar sobre la densidad funcional. **Recomendación:** Realizar un proceso continuo de **socialización y pedagogía** con todos los actores (directivos, médicos, pacientes, comunidad), evidenciando con datos (simulaciones, casos de éxito internacional) el vínculo entre entorno físico y resultados en salud.

4. **Aprovisionamiento de Materiales Innovadores:** La cadena de suministro para materiales como el hormigón fotocatalítico o la guadua laminada estructural en Nariño puede ser incipiente. **Recomendación:** Trabajar en una fase de **pre-ingeniería y especificación temprana** con proveedores nacionales e internacionales, y considerar alternativas locales durante el desarrollo ejecutivo para asegurar la viabilidad.

#### **6.6.5. Conclusión Evaluativa**

La evaluación integral demuestra que el **Hospital Oncológico "Colibrí"** cumple de **manera sobresaliente y fundamentada** con los objetivos sostenibles, terapéuticos y contextuales que dieron origen a la investigación. Más allá del cumplimiento, el proyecto se guía como una **contribución original y significativa** al campo de la arquitectura hospitalaria, al proponer un **modelo sintético, resiliente y regenerativo** específicamente calibrado para los desafíos climáticos, culturales y asistenciales del contexto andino.

La propuesta logra la ambiciosa fusión entre la **biofilia** (como reconexión terapéutica), la **sostenibilidad** (como eficiencia y regeneración) y la **alta tecnología médica**, materializada en un edificio que es, en sí mismo, un instrumento de cura. "Colibrí" no solo presenta una respuesta arquitectónica a una necesidad regional requiere una acción inmediata, sino que establece un

nuevo estándar de referencia sobre cómo los entornos de salud pueden y deben ser diseñados: como ecosistemas vivos, inteligentes y compasivos que sanan a las personas, respetan el planeta y regeneran las ciudades. La validación final de sus postulados deberá darse en la fase de implementación y una rigurosa evaluación post-ocupacional (EPO), para la cual este proyecto provee un marco metodológico y de diseño excepcionalmente bien fundamentado.

## **CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Aportes al Conocimiento y a la Práctica Profesional**

Esta investigación ha generado contribuciones significativas tanto al conocimiento académico como a la práctica profesional en arquitectura hospitalaria.

#### **Aportes Teórico-Conceptuales:**

- 1. Modelo Integrado Biofilia-Sostenibilidad para Oncología Andina:** Se ha desarrollado y validado un marco conceptual original que articula de manera sinérgica principios de biofilia terapéutica, sostenibilidad regenerativa y adaptación climática, específicamente formulado para las condiciones únicas de altitud, clima y cultura de Pasto, Nariño. Este modelo trasciende de la mezcla de estrategias para proponer una integración sistémica donde cada elemento desempeña múltiples funciones (sostenible, terapéuticas, ambientales, estructurales).
- 2. Protocolo Ad-Hoc de Biofilia Contextualizada:** (Ad-Hoc : uso para creado o utilizado para un propósito particular, no generalizado.) Se ha propuesto un protocolo operativo innovador que estructura la implementación de la biofilia en tres componentes (reactivo, adaptativo, cultural), superando enfoques genéricos. Este protocolo

incorpora la variabilidad climática extrema y los elementos culturales locales (como referencias al Carnaval de Negros y Blancos en espacios de doble altura y pinturas), estableciendo un precedente para diseños sensibles al lugar en entornos de alta complejidad.

3. **Teoría del "Colibrí"** Se ha conceptualizado y materializado la metáfora del colibrí como principio rector de diseño, traduciendo las características de esta ave (resiliencia, eficiencia, polinización) en estrategias arquitectónicas concretas. Esta teoría contribuye a la discusión sobre biomímesis aplicada a la arquitectura de salud, no de manera formal, sino como lógica de desempeño integral.

#### **Aportes Metodológicos:**

4. **Metodología Mixta de Validación Proyectual para Arquitectura de Salud:** Se ha demostrado la eficacia de un enfoque metodológico que combina investigación-acción proyectual con métodos mixtos (cualitativos-cuantitativos) y simulaciones computacionales avanzadas. Este marco metodológico proporciona un camino riguroso para vincular la evidencia científica (de la salud, la sostenibilidad, conciencia ambiental en constructores) con la toma de decisiones de diseño, aplicándolo en este proyecto de alta complejidad.

5. **Protocolo de Simulación Adaptado a Condiciones Andinas:** Se ha establecido un protocolo de simulación ambiental (térmica, lumínica, acústica) calibrado con datos climáticos específicos de Pasto, superando la limitación de usar archivos climáticos genéricos. Este aporte es crucial para la precisión del diseño bioclimático en regiones con microclimas complejos.

#### **Aportes a la Práctica Profesional:**

6. **Sistema Constructivo Híbrido de Alta Tecnología y Bajo Consumo:** La propuesta de la **Fachada Dinámica de Alta Tecnología** integrada sinérgicamente con sistemas de masa

térmica pasiva (Muros Trombe y *Mass Walls*) constituye una innovación técnica aplicable.

Demuestra cómo tecnologías de control activo pueden potenciar sistemas pasivos, logrando una estabilidad térmica excepcional ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) en un clima de alta amplitud, con una reducción estimada del 50% en demanda de calefacción. Este sistema híbrido representa una solución viable para la eficiencia energética en hospitales de climas templado-fríos con gran oscilación térmica.

#### 7. **Catálogo de Estrategias Biofílicas con Función Térmica y de Calida**

**de Aire:** Se ha avanzado más allá del valor estético o psicológico de la vegetación, demostrando su integración como componente funcional de sistemas de climatización (jardineras en Muros Trombe), purificación de aire (fitoremediación) y control acústico. Esto proporciona a los profesionales argumentos técnicos y cuantificables para superar la resistencia a la incorporación de naturaleza en presupuestos ajustados.

8. **Propuesta de Integración Urbana Regenerativa:** El proyecto trasciende el lote para posicionarse como una **infraestructura verde urbana** (pulmón vertical, sumidero de carbono, nodo de biodiversidad). Este enfoque establece un nuevo estándar para el rol cívico y ecológico de los grandes equipamientos de salud, promoviendo una práctica profesional que concibe los hospitales como agentes de salud pública y regeneración ambiental para toda la comunidad.

### 7.2. **Respuesta a los Objetivos y Preguntas de Investigación**

**Pregunta Orientadora:** *¿Cómo se pueden implementar estrategias para generar bienestar en los pacientes a través de una relación biofílica entre los usuarios y el entorno... al diseñar un hospital oncológico en Pasto, Nariño, Colombia?*

La investigación demuestra que esta implementación requiere un **enfoque sistémico, contextualizado y técnicamente validado**. No basta con añadir plantas o luz natural de forma aislada. La relación biofílica efectiva se genera mediante:

1. **Una fusión profunda entre diseño arquitectónico y sistemas naturales**, donde la naturaleza es un componente estructural y funcional con jardineras en Muros Trombe, fachadas fotocatalíticas, entre otros.
2. **Una conexión significativa con el contexto específico**, enmarcando visuales terapéuticas (Galeras, Morasurco), utilizando materiales locales y respondiendo al clima extremo con sistemas híbridos.
3. **La creación de una "geografía de la recuperación"** que ofrezca a los usuarios grados de elección y control sobre su entorno, desde la privacidad de la habitación hasta las terrazas comunitarias.
4. **La validación científica del impacto** mediante simulaciones que garantizan el confort térmico, lumínico y la calidad del aire, traduciendo el bienestar subjetivo en desempeño ambiental objetivo.

**Objetivo General:** *Desarrollar un diseño arquitectónico de un hospital oncológico que integre estrategias para mejorar el bienestar... bajo las premisas de la sostenibilidad y la biofilia.*

Se ha desarrollado una propuesta arquitectónica integral y ejecutiva para el **Centro Oncológico Colibrí**. La implementación exitosa de la relación biofílica en "Colibrí" se logra mediante **un sistema donde la Fachada Dinámica actúa como el "sistema nervioso"** que en el diseño:

- **Mejora el bienestar** mediante estrategias biofílicas validadas (vistas enmarcadas, jardines terapéuticos, iluminación circadiana, control acústico).
- **Implementa sostenibilidad radical** a través del sistema híbrido de

fachada, gestión circular de agua y energía, y materiales de bajo impacto.

- **Responde al lugar** con su implantación en terrazas, la integración al corredor médico y el uso de visuales relevantes y únicas del proyecto.

#### **Objetivos Específicos:**

1. *Analizar las condiciones del lugar... identificando elementos naturales integrables.*

El análisis diagnóstico (Capítulo 4) identificó de manera rigurosa: a) las visuales estratégicas al Galeras y Morasurco como elementos terapéuticos clave; b) la pendiente del 15% como oportunidad para terrazas ajardinadas; c) las especies nativas de la región para su uso en fitoremediación y atracción de polinizadores; y d) las condiciones climáticas extremas que definieron la necesidad del sistema híbrido de climatización.

2. *Desarrollar un diseño arquitectónico... que incorpore elementos biofílicos y estrategias sostenibles.*

El Capítulo 5 (Propuesta Arquitectónica) y 6 (Desarrollo) materializan este objetivo. El diseño incorpora:

- **Elementos biofílicos:** Fachada biofílica con jardineras, terrazas jardín escalonadas, patios de luz con humedales, iluminación circadiana, control acústico con paisaje sonoro.
- **Estrategias sostenibles:** Sistema híbrido Mass Wall-Muro Trombe, Fachada Dinámica de Alta Tecnología, hormigón fotocatalítico, captación y tratamiento de aguas, integración de energías renovables (geotermia, biomasa).

### **7.3. Limitaciones del Proyecto**

1. **Validación Empírica Post-Ocupacional:** La investigación se basa en simulaciones computacionales, análisis de referentes y percepciones de usuarios en contextos análogos. La validación definitiva del impacto en indicadores de salud (reducción de

cortisol, tiempos de recuperación, uso de analgésicos) requeriría un estudio post-ocupacional una vez construido y en operación el hospital.

2. **Factibilidad Económica Detallada:** Si bien se realizó un análisis de costo ciclo de vida preliminar, un estudio de factibilidad financiera exhaustivo, que incluya modelos de asociación público-privada, financiamiento verde y costos de mantenimiento de los sistemas innovadores (ej: fachada dinámica), escapa al alcance principal de nuestra tesis en arquitectura y requeriría un equipo interdisciplinario especializado y el tiempo para desarrollar la propuesta.

#### **7.4. Recomendaciones para Futuras Investigaciones y Desarrollos**

##### **1. Investigación Aplicada y Monitoreo:**

- **Estudio Piloto de Sistemas:** Implementar un prototipo a escala real del módulo de **Fachada Dinámica integrado con Muro Trombe** en un clima similar, para monitorear su desempeño energético, durabilidad y costos de operación en condiciones reales.

- **Protocolo de Investigación Post-Ocupacional (EPO):** Si se logra construir o en proyectos similares diseñar un protocolo de EPO (evaluación post-Ocupacional) riguroso para que los proyectos ejecutados generar una mejora y los futuros proyectos se evalúe para ratificar el trabajo realizado con antelación, que mida no solo la satisfacción de usuarios, sino también indicadores clínicos objetivos (estrés, dolor, sueño) y ambientales (calidad de aire interior, consumo energético), creando evidencia local mas acertada.

##### **2. Profundización Técnica y Desarrollo Tecnológico:**

- **Materiales Compuestos Locales de Alto Desempeño:** Investigar el desarrollo y certificación de paneles aislantes y estructurales a base de fibras naturales de la región (fique, cabuya, residuos agrícolas) con tratamientos para resistencia al fuego y humedad, buscando sustituir importados.

- **Sistemas de Gestión Hídrica Circular Avanzada:** Profundizar en el diseño de humedales artificiales compactos y de alto rendimiento para tratamiento terciario *in-situ* en edificios de alta densidad, incluyendo la remoción de trazas de fármacos (especialmente oncológicos) de las aguas grises.

- **Domótica y Salud:** Investigar interfaces humano-edificio (IHE – interacción Humano-Edificio) más intuitivas y accesibles para pacientes mayores o en condiciones de fatiga, que permitan un control ambiental personalizado sin complejidad.

### 3. Política Pública y Marco Normativo:

- **Propuesta de Guía Técnica Nacional:** Trabajar con el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente para desarrollar una "**Guía de Diseño Biofílico y Sostenible para Establecimientos de Salud en Colombia**", basada en los hallazgos de esta investigación, que incluya criterios técnicos, métricas y casos de referencia.

- **Instrumentos de Financiación Verde:** Promover, en coordinación con entidades financieras, la creación de líneas de crédito preferencial o "bonos verdes" específicos para proyectos de salud que demuestren altos estándares de sostenibilidad y bienestar, usando certificaciones como LEED Healthcare o similares adaptadas.

### 4. Formación y Divulgación:

- **Programa de Especialización:** Proponer la creación de un programa de posgrado (especialización o maestría) en "**Arquitectura para la Salud Sostenible y el Bienestar**", que aborde la integración de disciplinas evidenciada en esta tesis.

- **Divulgación Científica y Comunitaria:** Socializar los resultados de la investigación no solo en ámbitos académicos, sino también con comunidades médicas, pacientes y tomadores de decisiones departamentales, para generar demanda informada por entornos de curación de mayor calidad.

Para concluir nuestra tesis demuestra que es posible y necesario concebir los hospitales oncológicos no como máquinas aisladas de tratamiento, sino como **ecosistemas de cuidado integrados**. El proyecto "Colibrí" establece un precedente al mostrar cómo la arquitectura, cuando se funde con la naturaleza de manera inteligente y contextual, puede convertirse en un agente co-terapéutico activo. Su mayor aporte quizás sea el cambio de paradigma que propone: de un modelo de salud que reacciona a la enfermedad, a uno que **cultiva activamente el bienestar** a través de un entorno construido que sana a las personas, a la comunidad y al territorio que lo habita desde la sostenibilidad aprovechando y aplicando estrategias que porten a la agenda 2030 y los ODS de manera completa.

## **7.5. Conclusiones y Recomendaciones Derivadas del Análisis Ambiental**

### **1. Alcance y relevancia clínica del análisis ambiental**

- **Las simulaciones térmicas y de iluminación natural** realizadas en Rhinoceros + Grasshopper (Ladybug / Honeybee) validan el desempeño ambiental propuesto para el Hospital Oncológico.
- **El confort térmico y lumínico** se reconocen como factores directamente asociados al bienestar físico, emocional y psicológico de pacientes oncológicos, quienes presentan mayor sensibilidad a condiciones ambientales por tratamientos prolongados.
- **Las estrategias bioclimáticas y biofílicas** deben concebirse no como complementos estéticos, sino como componentes terapéuticos del diseño arquitectónico.

### **2. Conclusiones de la simulación térmica**

- Comportamiento térmico sin estrategias bioclimáticas (escenario base)
  - Descensos térmicos marcados nocturnos en zonas perimetrales y de hospitalización.
  - Fluctuaciones diurnas-nocturnas pronunciadas y diferencias térmicas entre zonas, lo que complica un control homogéneo.
  - Mayor dependencia potencial de sistemas mecánicos de calefacción.
  - Implicación clínica: condiciones desfavorables que pueden aumentar sensación de frío, fatiga y estrés térmico en pacientes inmunodeprimidos.

- Comportamiento térmico con estrategias bioclimáticas (escenario propuesto)
  - Mayor estabilidad térmica interior y reducción significativa de oscilaciones térmicas.
  - Conservación del calor diurno que mantiene temperaturas más estables en noche.
  - Reducción de picos térmicos en fachadas expuestas al asoleamiento y comportamiento térmico más uniforme entre zonas.
  - Implicación: el proyecto logra crear ambientes térmicamente controlados de forma pasiva, condición clave para recuperación y confort oncológico.
  
- Implicaciones terapéuticas del confort térmico
  - Estabilidad térmica que reduce estrés fisiológico y percepción de incomodidad.
  - Favorece la permanencia prolongada en espacios sin fatiga térmica y apoya procesos de descanso y recuperación.

### **3. Conclusiones de la simulación de iluminación natural (UDI)**

- Escenario sin estrategias de iluminación
  - Áreas con iluminación natural insuficiente, especialmente en espacios profundos.
  - Alta dependencia de iluminación artificial diurna; distribución irregular con zonas de contraste y deslumbramiento.
  - Implicación clínica: afecta la orientación temporal del paciente y la percepción del entorno.
  
- Escenario con estrategias de iluminación biofílica (escenario propuesto)
  - Incremento significativo de áreas dentro de rangos UDI óptimos y distribución más homogénea de la luz.
  - Reducción de sobreiluminación y deslumbramiento; fortalecimiento de la relación visual con exterior y vegetación.
  - Implicación terapéutica: contribuye a la regulación del ritmo circadiano, mejora del estado de ánimo y reducción de ansiedad durante estancias prolongadas.

### **4. Recomendaciones prácticas derivadas del análisis ambiental**

- Integrar de forma obligatoria en la etapa ejecutiva las estrategias validadas por simulación: muros de mayor inercia térmica, control solar pasivo, organización zonal, envolventes mejoradas e integración de vegetación (jardineras/Muros Trombe).

- Priorizar el uso de la Fachada Dinámica y sistemas híbridos (activo-pasivo) para mantener estabilidad térmica pasiva y reducir demanda de calefacción.
- Ajustar diseño de planta y sección para maximizar UDI en áreas de uso prolongado y minimizar contrastes lumínicos y deslumbramientos (corredores, salas de espera y habitaciones).
- Implementar estrategias de iluminación circadiana controlada en interiores complementadas con conexiones visuales al exterior y vegetación terapéutica.
- Plan de monitoreo post-ocupacional específico: establecer protocolo de medición ambiental continuo (temperatura, humedad, UDI, calidad del aire) y evaluar indicadores clínicos y de confort para validar y ajustar sistemas en operación.
- Incluir los resultados y criterios de diseño ambiental como requisitos técnicos en los pliegos de licitación y en las especificaciones constructivas, asegurando que la ejecución mantenga las prestaciones simuladas.

#### **5. Implicación integradora para el proyecto hospitalario**

- Las simulaciones ambientales confirman que las estrategias bioclimáticas y biofílicas integradas transforman el edificio en un dispositivo terapéutico ambiental capaz de: garantizar confort térmico pasivo acorde al clima de Pasto; optimizar uso de luz natural dentro de rangos saludables (UDI); reducir dependencia energética; y mejorar la experiencia de pacientes, familiares y personal médico.
- Estos hallazgos refuerzan la conclusión general del proyecto: la arquitectura puede y debe funcionar como parte activa del proceso de cuidado y recuperación oncológica, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad y salud pública.

#### **6. Implicación integradora para el proyecto hospitalario**

- Las simulaciones ambientales confirman que el conjunto de estrategias bioclimáticas, biofílicas y aerodinámicas transforman el hospital en un dispositivo terapéutico ambiental, capaz de:
  - Garantizar confort térmico pasivo acorde al clima frío andino de Pasto.
  - Optimizar iluminación natural saludable.
  - Asegurar ventilación natural controlada sin discomfort.
  - Reducir significativamente la dependencia energética.
- Estos resultados refuerzan la conclusión general del proyecto: la arquitectura hospitalaria puede y debe actuar como parte activa del proceso de cuidado y recuperación oncológica, contribuyendo simultáneamente a la sostenibilidad ambiental y a la salud pública.

## Bibliografía

### Fuentes Académicas y Científicas

#### A. Biofilia y Neurociencia Ambiental

- Gage, F. H. (2006). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(2), 137–144. <https://doi.org/10.1038/nrn1842>
- Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2011). *Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life*. John Wiley & Sons.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.
- Terrapin Bright Green. (2012). *The Economics of Biophilia: Why designing with nature in mind makes financial sense*. Terrapin Bright Green LLC.
- Kellert, S., Heerwagen, J., & Mador, M. (Eds.). (2008). *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*. John Wiley & Sons.
- Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. *International Journal of Architectural Research*, 8(2), 62-76.
- Gillis, K., & Gatersleben, B. (2015). A review of psychological literature on the health and wellbeing benefits of biophilic design. *Buildings*, 5(3), 948-963.
- 

#### B. Arquitectura Hospitalaria y Diseño para la Salud

- Aalto, A. (1998). *Alvar Aalto: The Complete Catalogue of Architecture, Design and Art*. Rakennustieto Publishing.
- Ando, T. (2012). *Tadao Ando: Complete Works*. Phaidon Press.
- Gehry, F. O. (2015). *Frank Gehry: The Houses*. Rizzoli International Publications.
- Hadid, Z., & Betsky, A. (2009). *Zaha Hadid: Complete Works 1979–2009*. Thames & Hudson.

- Jencks, C., & Heathcote, E. (2010). *The Architecture of Hope: Maggie's Cancer Caring Centres*. Frances Lincoln.
- Safdie, M. (2018). *The Global Architect: The Life and Work of Moshe Safdie*. Monacelli Press.
- Vo Trong Nghia Architects. (2016). *Vo Trong Nghia: Building Nature*. Die Gestalten Verlag.
- White Arkitekter. (2020). *Architecture for Health: The Karolinska University Hospital Project*. Bokförlaget Arena.
- Márquez, J. C., & Pérez, A. (2020). Hospital Serena del Mar: el jardín que cura. *Revista Escala*, 245, 80-89.
- Jencks, C., & Heathcote, E. (2010). *The Architecture of Hope: Maggie's Cancer Caring Centres*. Frances Lincoln.
- CPG Consultants. (2010). Khoo Teck Puat Hospital: A hospital in a garden, a garden in a hospital. *World Health Design*, 3(4), 62-69.

### **C. Sostenibilidad y Diseño Bioclimático**

- Serra, R. (1999). *Arquitectura y climas*. Gustavo Gili.
- Yeang, K. (2006). *Ecodesign: A Manual for Ecological Design*. Wiley Academy.
- Edwards, B. (2010). *Rough Guide to Sustainability* (3rd ed.). RIBA Publishing.
- González, G. A. (2018). *Arquitectura sostenible: principios, aplicaciones y casos de estudio*. Universidad Nacional de Colombia.
- USGBC. (2020). *LEED v4.1 Building Design and Construction: Healthcare Guide*. U.S. Green Building Council.

### **D. Contexto Colombiano y Salud Pública**

- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Resolución 3100 de 2019: Por la cual se adopta el Manual de Inspección, Vigilancia y Control para Prestadores de Servicios de Salud*. Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2023). *Resolución 1633 de 2023: Por la cual se actualizan los criterios para la habilitación de servicios de salud*. Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2010). *Ley 1384 de 2010: Por medio de la cual se establecen las políticas para la prevención, detección temprana, tratamiento integral, rehabilitación y paliación del cáncer*. Colombia.
- Secretaría de Salud Municipal de Pasto. (2024). *Boletín de Salud Pública: Pacientes con cáncer a 2024*, 1(2). ISSN: 3100-9336.
- Observatorio de Enfermedades Crónicas de Nariño. (2023). *\*Análisis de la situación del cáncer en el departamento de Nariño 2018-2022\**.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). *\*Proyecciones de población municipales 2018-2035\**.

### **E. Teorías del Desarrollo Sostenible**

- Urteaga, E. (2013). Las teorías alternativas del desarrollo

sostenible. *Revista Internacional de Sociología*, 71(Extra 1), 115-132. <https://doi.org/10.3989/ris.2012.09>.

- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución A/RES/70/1.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2015). *Acuerdo de París*. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1.
- Cruz P., Carolina. (2024, octubre). \*Visita de campo y análisis técnico: Estrategias de sostenibilidad y biofilia en la exposición COP16 - Sede Cali\* [Actividad de campo de la asignatura "Hábitat y Sustentabilidad"]. Maestría en Hábitat Sustentable, Departamento de Arquitectura, Pontificia Universidad Javeriana Cali. Cali, Colombia.
- Johnston González, R. (2024, septiembre). Paisajes sonoros, hábitat y sostenibilidad y biofilia en la exposición COP16 - Sede Cali\* [Actividad de campo de la asignatura "Hábitat y Sustentabilidad"]. Maestría en Hábitat Sustentable, Departamento de Arquitectura, Pontificia Universidad Javeriana Cali. Cali, Colombia.
- Arteaga, Gutavo. (2025, mayo). Fachada dinámica: desempeño ambiental y consideraciones constructivas [Informe técnico/material docente]. Maestría en Hábitat Sustentable, Pontificia Universidad Javeriana Cali.

## **F. Referentes Arquitectónicos Específicos**

### **Casos Internacionales:**

- Maggie's Centres (Reino Unido): Varios arquitectos (Gehry, Foster, Hadid, Rogers)
- Khoo Teck Puat Hospital, Singapur (CPG Consultants)
- Hospital Universitario Karolinska, Suecia (White Arkitekter)
- Hospital Israelita Albert Einstein, Brasil (Einstein Architecture Department)
- Sanatorio de Paimio, Finlandia (Alvar Aalto, 1933)
- Centro Médico Sidra, Qatar (Timberlake Architects)
- Centro de Cáncer Princesa Máxima, Países Bajos (Mecanoo Architecten)
- Hospital Felix Bulnes, Chile (R+D Architecture)
- Queensland Children's Hospital, Australia (Conrad Gargett Lyons)
- California Academy of Sciences, USA (Renzo Piano Building Workshop)

### **Casos Colombianos:**

- Hospital Serena del Mar, Cartagena (Safdie Architects)
- Fundación Santa Fe de Bogotá (Arquitectura y Concreto)
- Fundación Valle del Lili, Cali (Juan Felipe Uribe de Bedout – Sara María Giraldo)
- CTIC (Centro de Tratamiento e Investigación sobre Cáncer) Bogotá
- Hospital Militar Central, Bogotá

## **G. Metodología y Técnicas Especializadas**

- Beltre Ortega, A. (2021). *Diseño biofílico aplicado al diseño optimizando las instalaciones*. Trabajo Fin de Grado, ETSAM.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.

- ASHRAE. (2019). \*ASHRAE Standard 90.1: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings\*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- International WELL Building Institute. (2020). *WELL Building Standard v2*.

## H. Materiales y Sistemas Constructivos

- Vélez, S. (2000). *Bamboo: The Gift of the Gods*. Oscar Rojas Ojeda.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía para el uso sostenible de la guadua en la construcción*. Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). (2021). \*NTC 5300: Hormigones fotocatalíticos - Especificaciones\*

## I. Normativa Técnica Colombiana

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). \*Norma Colombiana de Diseño Sismo Resistente NSR-10\*
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*.
- Alcaldía de Pasto. (2023). \*Plan de Ordenamiento Territorial - POT Pasto 2023-2036 (ajuste)

## J. Simulación y Modelación

- Autodesk. (2023). *Revit 2024 User Manual*. Autodesk Inc.
- McNeel, R. (2022). *Rhinoceros 7: User Guide*. Robert McNeel & Associates.
- Ladybug Tools LLC. (2023). *Ladybug Tools: Environmental Analysis for Grasshopper*.

## K. Calidad del Aire y Salud

- Organización Mundial de la Salud. (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization.
- Instituto Nacional de Salud. (2022). *Guía para la gestión de la calidad del aire interior en establecimientos de salud*. Colombia.

## L. Acústica y Paisajes Sonoros

- Southworth, M. (1969). The sonic environment of cities. *Environment and Behavior*, 1(1), 49-70.
- Truax, B. (2001). *Acoustic Communication* (2nd ed.). Ablex Publishing.

## M. Oncología y Diseño de Espacios Terapéuticos

- National Comprehensive Cancer Network (NCCN). (2023). *NCCN Guidelines for Supportive Care*.
- Instituto Nacional de Cancerología (Colombia). (2022). *Lineamientos para la atención integral en cáncer*.

## **N. Climatología de Pasto**

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2022). *Estudio climático del municipio de Pasto, Nariño*. Boletín Técnico No. 45.
- Alcaldía de Pasto. (2021). *Plan de Gestión del Riesgo de Desastres*. Secretaría de Gestión del Riesgo.

## **O. Estudios Epidemiológicos**

- Global Burden of Disease Cancer Collaboration. (2022). Cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life years for 29 cancer groups from 2010 to 2019. *JAMA Oncology*, 8(3), 420-444.
- Observatorio Global del Cáncer (Globocan). (2022). *Cancer Today: Colombia*. International Agency for Research on Cancer.

## **P. Ergonomía y Diseño Centrado en el Usuario**

- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things* (Revised ed.). Basic Books.
- Lidwell, W., Holden, K., & Butler, J. (2010). *Universal Principles of Design* (2nd ed.). Rockport Publishers.