

# Vivienda de Interés Social **sostenible** en Cali

para los Nuevos Centros Urbanos

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Maestría en hábitat sustentable

Estudiante:

Juan Camilo Romero Ricaurte

Asesor trabajo de grado:

C. Mauricio Rojas Vera

2025

## TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1.1. Abstract.....	7
1.1.2. Resumen.....	8
1.2. Palabras clave.....	9
1.3. Introducción.....	10
<b>2. GENERALIDADES.....</b>	<b>11</b>
2.1. Planteamiento del problema.....	11
2.1.1. Pregunta Problema.....	11
2.1.2. Justificación.....	11
2.2. Objetivos.....	12
2.2.1. Objetivo general.....	12
2.2.2. Objetivos específicos.....	12
2.3. Metodología.....	13
2.4. Proyecto Hipotético.....	14
2.5. Localización.....	14
<b>3. MARCOS DE REFERENCIA.....</b>	<b>16</b>
3.1. Marco conceptual.....	16
3.2. Marco referencial.....	21
3.3. Marco jurídico.....	24
<b>CAPÍTULO 01 - CLIMA.....</b>	<b>28</b>
1.1. Datos climáticos.....	28
1.2. Estrategias de control climático.....	35
<b>CAPÍTULO 02 - ACTUALIDAD.....</b>	<b>42</b>
2.1. Oferta vigente.....	42
2.2. Dificultades y deficiencias.....	44
2.3. Sistemas Constructivos.....	46
<b>CAPÍTULO 03 - PROPUESTA.....</b>	<b>48</b>
3.1. Intenciones.....	48
3.2. Localización del proyecto.....	51
3.3. Normativa del proyecto.....	53
3.4. Análisis gráfico del área de trabajo.....	56
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
1.1. Proceso volumétrico.....	60
2.1. Plantas arquitectónicas.....	62
2.2. Cortes arquitectónicos.....	69
2.3. Fachadas arquitectónicas.....	72
2.4. Cortes de fachada.....	74
2.5. Tipologías de unidades de vivienda.....	76
3.1. Estrategias de control de ventilación natural.....	77
3.2. Estrategias de control solar.....	83

3.3. Materialidad.....	93
3.4. Desempeño térmico interno.....	95
4.1. Cuadro de áreas.....	97
4.2. Ilustraciones resultado final.....	98
<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....</b>	<b>100</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

1.1.1 Mapa solar.....	27
1.1.2. Temperatura anual promedio.....	28
1.1.3 Variabilidad de temperatura diaria promedio.....	28
1.1.4 Humedad Relativa promedio.....	29
1.1.5 Variabilidad de humedad promedio diaria.....	29
1.1.6 Precipitación.....	30
1.1.7 Dirección y velocidad del viento.....	30
1.1.8 Dirección y velocidad del viento.....	31
1.2.1 Carta Psicrométrica.....	34
Estrategias de ventilación.....	35
Estrategias de ventilación.....	36
Estrategias de protección solar.....	38
Estrategias de protección solar.....	38
Estrategias de protección solar.....	39
Mapa urbano de Cali con localización de proyectos.....	41
Mercado Actual - Vivienda de interés social (VIS).....	42
Mercado Actual - Vivienda de interés prioritario (VIP).....	42
Localización del proyecto sobre calle 5ta.....	47
Tipología de proyecto.....	48
Funcionamiento espacio común proyecto.....	49
Funcionamiento primer piso de proyecto.....	49
Volumetría torres de proyecto.....	50
Localización proyecto.....	51
Índice de construcción base: 1.7.....	52
Índice de construcción adicional: 2.5.....	52
Volúmenes continuos al área de trabajo.....	57
Vegetación existente en el área de trabajo.....	58
Planta de urbana - 1er piso.....	60
Planta tipo - 2do y 3er piso.....	61
Planta 4to piso.....	62
Planta 7mo piso.....	63
Planta tipo - 10mo a 16avo piso.....	64

Planta de cubierta.....	65
Planta de sótano.....	66
Corte transversal 04.....	67
Corte transversal 06.....	67
Corte transversal 03.....	68
Corte transversal 05.....	68
Corte transversal 01.....	69
Corte transversal 02.....	69
Fachada oeste.....	70
Fachada este.....	70
Fachada norte.....	71
Corte de fachada externa.....	72
Corte de fachada interna.....	73
Unidades de vivienda con fachada hacia el oeste.....	74
Unidades de vivienda con fachada hacia el este, norte y sur.....	75
Dirección del viento sobre proyecto.....	75
Sifón térmico.....	76
Rejillas de ventilación.....	77
Rejillas de ventilación en cocina y z.o.....	77
Disposición de ventanas.....	78
Detalles de ventanería.....	78
Ventilación en planta apto tipo occidental.....	79
Ventilación en planta apto tipo oriental.....	79
Flujo de aire en torre.....	80
Incidencia solar sobre proyecto 9:00 a.m.....	81
Incidencia solar sobre proyecto 3:00 p.m.....	82
Incidencia solar sobre proyecto 4:00 p.m.....	82
Sombra sobre planta pública en marzo-septiembre.....	83
Sombra sobre planta pública en junio.....	83
Sombra sobre planta pública en diciembre.....	84
Máscara de sombra no.01.....	84
Máscara de sombra no.02.....	85
Máscara de sombra no.03.....	85
Máscara de sombra no.04.....	86
Incidencia solar interna 3:00 p.m.....	87
Incidencia solar interna 4:00 p.m.....	88
Incidencia solar interna 9:00 a.m.....	89
Materialidad de fachada.....	90
Materialidad de planta urbana.....	91
Desempeño térmico interno.....	92
Temperatura operativa interna.....	93
Desempeño térmico interno.....	93
Vista superior suroccidental visualización proyecto.....	95
Vista superior oriental visualización proyecto.....	95

Vista superior norte visualización proyecto.....	96
Vista superior occidental visualización proyecto.....	96

## LISTA DE TABLAS

Índice de construcción.....	52
Normas volumétricas; áreas mixtas.....	53
Aislamientos Posteriores.....	53
Total de M2 construibles.....	54
Mapas de información.....	56
Cuadro de áreas de M2 contruidos.....	94

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1.1. Abstract

The production and needs of current housing have undergone modifications over time, adapting to their context, users, and demand. However, the main reason for these changes has been the economy, as there has been a constant effort to reduce costs and space. This has driven a design focused on optimization, combining architecture and engineering to implement more efficient materials and construction systems, facilitating mass production, reducing costs, and providing greater accessibility to users.

As a result, housing has been created with little spatial richness and climatic comfort, built with materials that contribute little or nothing to the well-being of the inhabitants. Furthermore, common areas and public spaces are underused, creating residual areas that, without adequate critical design, are handed over to communities.

Likewise, there are interruptions in public services, difficulty accessing basic goods and services, and deficiencies or lack of public transportation and road connections.

In response to these issues, this project proposes an architectural and urban design that evaluates the shortcomings of current projects, enhancing their potential to create comfortable public and private spaces. Architectural, constructive, and passive bioclimatic strategies will be implemented to improve the quality of life for users.

### 1.1.2. Resumen

La producción y las necesidades de las viviendas actuales han experimentado modificaciones a lo largo del tiempo, adaptándose a su contexto, usuarios y demanda. Sin embargo, el principal motivo de estos cambios ha sido la economía, pues se ha hecho un constante esfuerzo por reducir costos y espacios. Esto ha impulsado un diseño enfocado en la optimización, que combina arquitectura e ingeniería para implementar materiales y sistemas constructivos más eficientes, facilitando la producción masiva, reduciendo costos y brindando mayor accesibilidad a los usuarios.

Como resultado, se han generado viviendas con poca riqueza espacial y confort climático, construidas con materiales que aportan poco o nada al bienestar de los habitantes. Además, zonas comunes y espacios públicos desaprovechados, generando áreas residuales que, sin un diseño crítico adecuado, se entregan a las comunidades. De mismo modo, intermitencias en los servicios públicos, dificultad para acceder a bienes y servicios básicos; y deficiencias o ausencia del servicio de transporte público y conexión vial.

En respuesta a estas problemáticas, este proyecto propone un diseño arquitectónico y urbanístico que evalúa las deficiencias de los proyectos actuales, potenciando sus posibilidades para crear espacios públicos y privados confortables. Se implementarán estrategias arquitectónicas, constructivas y bioclimáticas pasivas para mejorar la calidad de vida de los usuarios.

## 1.2. Palabras clave

- Vivienda de Interés Prioritario e Interés Social.
- Comunidad y medio ambiente.
- Construcción sostenible.
- Optimización de recursos y planificación.
- Materialidad.
- Sistemas de control climático pasivos.
- Desarrollo sostenible.
- Trópico Andino

### 1.3. Introducción

Actualmente en Colombia la vivienda de Interés Prioritario e Interés Social enfrentan diferentes problemáticas desde su concepción hasta materialización. En Colombia existe un déficit habitacional del 31%, significando que alrededor de 5.2 millones de viviendas que en el territorio Colombiano no cuentan ni con las condiciones mínimas para ser habitadas.

En respuesta a ello, desde el gobierno nacional se ha diseñado y propuesto diferentes programas en pro de las Viviendas de Interés Prioritario e Interés Social, para que las personas y familias más vulnerables puedan acceder a viviendas dignas y nuevas; abarcando más allá del diseño habitacional, tocando temas más amplios como el rediseño y planificación urbana; uso del suelo, acceso a servicios públicos, accesibilidad económica y financiera; para una construcción sostenible y de buena calidad.

A pesar de las propuestas y programas del Gobierno Nacional, se evidencian inconsistencias tanto en el sistema de entrega de subsidios y financiación, hasta en el diseño y materialización de las viviendas. Problemas con el abastecimiento de bienes o servicios básicos, intermitencia o dificultad en el acceso de servicios públicos, infraestructura pobre y sistema público austero o inexistente. Son el común denominador de las urbanizaciones construidas para viviendas de interés prioritario e interés social.

Adicionalmente, un absoluto desinterés a las condiciones climáticas y físicas del sitio, ignorando factores climáticos básicos como la incidencia solar, dirección y velocidad del viento; además de condiciones morfológicas o físicas propias del lugar, como vegetación, cuerpos de agua y construcciones aledañas, Repercutiendo en

espacios internos en discomfort con poca flexibilidad espacial, material y el poco uso de estrategias bioclimáticas que mejoren las condiciones climáticas de las viviendas.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1. Planteamiento del problema**

#### **2.1.1. Pregunta Problema**

¿Cuáles estrategias de diseño bioclimático y urbano pueden suplir los déficits y demandas urbanas, sociales y de infraestructura actuales de las Viviendas de Interés Prioritario e Interés Social que se construyen en la ciudad de Cali, Colombia?

#### **2.1.2. Justificación**

Partiendo de las deficiencias urbanas, sociales y de infraestructura; así como del análisis cualitativo arquitectónico y bioclimático de las unidades de vivienda y diseño urbanístico de las viviendas de interés prioritario e interés social en el mercado actual. La propuesta arquitectónica se enfocará en proyectar un modelo de urbanización y de vivienda contemporáneo respondiendo a las condiciones climáticas de la ciudad de Cali, Colombia (clima cálido seco). Volcándose a la implementación de estrategias de control pasivas y evaluación de distintas materialidades que permitan dotar las viviendas, zonas comunes y urbanas con condiciones óptimas de confort climático y sensorial.

## 2.2. Objetivos

### 2.2.1. Objetivo general

Proyectar un diseño arquitectónico y urbano ubicado en la ciudad de Cali, Colombia determinando estrategias de diseño arquitectónico, bioclimático y urbano que supla las problemáticas y deficiencias en las urbanizaciones y Viviendas de Interés Prioritario e Interés Social.

### 2.2.2. Objetivos específicos

1. **Describir** los diferentes factores climáticos, como incidencia solar y dirección y velocidad del viento; así como las diferentes estrategias de control climático activo y pasivo de edificaciones referentes ubicadas en contextos urbanos similares a la propuesta y estén bajo condiciones de un clima cálido seco que actúan directamente sobre el área de estudio.
  - ¿Para qué? Concluir qué condiciones climáticas se presentan en el área de estudio, para definir estrategias control pasivas y/o activas que beneficien al confort en el espacio urbano y en las unidades de vivienda.
2. **Evaluar** las deficiencias urbanísticas y de infraestructura que actualmente presentan las urbanizaciones para viviendas V.I.P. y V.I.S. asimismo como la evaluación de sistemas estructurales, para la descripción espacial y bioclimática dentro de las viviendas en el mercado actual
  - ¿Para qué? Fundamentar las principales oportunidades de mejora, que regirán la propuesta que permitan una mejoría urbana, cultural, espacial y climática en las unidades de vivienda y zonas comunes proyectadas.

3. **Delimitar** criterios de diseño arquitectónico, bioclimático y urbanístico. Así mismo factores culturales y normativos para la localización del predio de trabajo. Tomando como punto de partida la redistribución del espacio público, materialidad, reorganización de espacios y estrategias de control pasivas.
  - ¿Para qué? Crear una propuesta arquitectónica, bioclimática y urbanística que permita estar al menos un 70% del tiempo en confort a los usuarios de las viviendas y espacios comunes proyectados.

### **2.3. Metodología**

En una primera instancia; se hará una evaluación crítica de las viviendas y espacios comunes que se ofrecen en las Viviendas de Interés Prioritario e Interés Social.

Tomando como punto de partida dentro de las viviendas la calidad espacial y qué función tiene; la variabilidad en materiales de construcción, cantidad de ventanas y su funcionamiento (¿Cómo abre y cómo cierra?); así mismo su disposición ante el sol y viento del conjunto de viviendas, cantidad de horas de sol en zonas comunes y zonas de sombra, islas de calor y disposición de los espacios de libre circulación.

Después de este análisis previo, se partirá desde un análisis general del clima cálido seco (clima en el que se desarrollará el proyecto) y se hará una caracterización propia del área del trabajo, chequeando horas de sol, zonas de sombra, vegetación existente, conexiones y ejes que definirán la organización espacial de este.

En un segundo momento; se tomará como referente distintos proyectos arquitectónicos que han dado respuesta de forma urbana, arquitectónica y bioclimáticamente a casos de vivienda de interés prioritario o interés social o no vis, que aporten al desarrollo del proyecto, asimismo como investigaciones o proyectos a nivel universitario que hayan tratado temas urbanos, culturales, arquitectónicos y

materiales, que puedan definir parámetros con los que se diseñará la propuesta arquitectónica.

Finalmente, apoyado en simulaciones se planteará **una propuesta de diseño arquitectónico y urbanístico** con base a las variables que generan confort en este tipo de edificaciones y espacios comunes, mejorando las condiciones de los espacios que podrían estar en disconfort adoptando principalmente estrategias de control pasivas.

## **2.4. Proyecto Hipotético**

Con este proyecto se planteará una propuesta urbana y arquitectónica que suplirá las necesidades humanas y de infraestructura que actualmente presentan las urbanizaciones de vivienda de interés prioritario e interés social. De mismo modo se propondrá un modelo de vivienda confortable, garantizando un 70% del tiempo en confort climático, compitiendo con el mercado actual de vivienda VIP y VIS.

Asimismo garantizar espacios públicos y zonas comunes confortables que permitan el libre esparcimiento de los usuarios y visitantes.

## **2.5. Localización**

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Cali - Colombia. Cali es la tercera ciudad más grande de Colombia, ubicada en el suroccidente colombiano en el departamento de Valle Del Cauca a (en promedio) 1018 metros sobre el nivel del mar. La ciudad se encuentra en la falda de la cordillera lo cual genera que en horas de la tarde, sea bañada por vientos refrescantes del suroeste de hasta 3.5 m/s después del calor intenso durante el día. La temperatura media anual oscila entre los 21° y 33° celsius con pequeñas variaciones en algunos días, esto permite que pase

hasta 3 veces por la zona de confort durante el día. Casi todos los días el sol brilla intensamente y la lluvia cae con fuerza aunque sea ocasional y en ocasiones breve. Estos cambios drásticos, le dan al valle de la ciudad una atmósfera idónea que proporciona una gran abundancia vegetal y animal con gran variedad de árboles ofreciendo largos periodos de florecimiento y cosecha.

Latitud: 3.4372

Longitud: -76.5225

Elevación: 1018 msnm

Zona climática (Köppen–Geiger): Af. Bosque tropical

Temperatura anual promedio: 21.8°C

Radiación solar horizontal difusa: 49.5%

## **3. MARCOS DE REFERENCIA**

### **3.1. Marco conceptual**

#### **3.1.1. Construcción sostenible**

La construcción y procesos productivos desarrollados por la actividad humana, deben de estar alineados con los procesos y ciclos naturales del planeta donde habitamos para no interferir, estropear ni deteriorarlos. el hombre ha sabido manipular y modificar a su conveniencia los recursos naturales, sin embargo, durante varias décadas, la sustracción y aplicación de la materia prima no ha sido de la forma más responsable ni óptima, significando grandes desperdicios y daños a los ecosistemas; haciendo que se genere un replanteamiento casi inmediato del uso de los recursos naturales.

A pesar del conocimiento y procesos actuales, ha resultado difícil hallar o desarrollar alternativas que no solamente detengan el deterioro del planeta, sino también la regeneración de los recursos ya desgastados de años pasados. Asimismo, el reducir, el reutilizar y el reciclar jugarán un papel importante en este nuevo resto, donde en algún punto estas puedan sustituir la extracción de los recursos para el desarrollo de los nuevos procesos proyectándose más allá del fin del proceso, es decir su uso.

Por otra parte, actualmente se han alcanzado altos niveles de confort en los espacios internos, sin embargo esto a significado un aumento considerable en el uso de los recursos utilizados para esto, significando un aumento en los ciclos de los materiales, que actualmente no se han cerrado, pues se siguen extrayendo conforme a su demanda. Esto ha hecho plantearse si es posible desmaterializar la

arquitectura sin afectar las condiciones climáticas, constructivas y de seguridad logradas con el pasar de los años y la misma evolución de la construcción.

Para esto, se debe realizar una reducción de los insumos utilizados en cada uno de las etapas de vida de una edificación, desde su diseño, construcción y uso.

Asimismo como la revisión de si los materiales constructivos y espacios tienen capacidad de ser reciclados sin afectar su habitabilidad o calidad, aumentando la cantidad de material reciclado y reduciendo desperdicios, de mismo modo planteando una reutilización de materiales des constructivos, sin necesidad de adicionar procesos para el producto final, significando la estandarización de estos elementos que una vez culminen su función en un espacio, continúe en otro.

Tomando este punto de partida, la construcción sostenible busca minimizar el impacto ambiental de los edificios a lo largo de su ciclo de vida. Contemplando principalmente factores como la eficiencia energética, gestión de recursos, confort, planificación y diseño sostenible rigiéndose por 3 pilares fundamentales;

- **Ahorro de recursos;** utilizar los recursos de manera eficiente y responsable con el objetivo de minimizar su consumo, y reducir su desperdicio para promover la sostenibilidad. Pues esto contribuye a la conservación del medio ambiente, eficiencia energética, gestión del agua y la reducción de residuos.
- **Planificación;** organización y programación de las actividades necesarias para la ejecución de obra, definición de objetivos, secuencia de actividades, asignación de recursos y el monitoreo y control de ejecución.
- **Conservación del entorno;** protección y preservación de los ecosistemas naturales y del medio ambiente. Tomando medidas para mantener la calidad y el equilibrio de los recursos naturales.

### 3.1.2. Déficit habitacional

Según el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) Actualmente en América Latina y el Caribe se estima que alrededor del 45% de los hogares no cuentan con una vivienda digna afectando a más de 69 millones de personas, dónde un tercio de estas habitan en viviendas con un déficit cuantitativo (deficiencias estructurales y/o espaciales ) y alrededor de 46 millones de personas habitan con un déficit cualitativo (Deficiencias en materiales, servicios básicos, entre otros).

Conforme a la ECV 2021 (Encuesta Nacional de Calidad de Vida) cuyo objetivo es obtener información para el análisis y comparación de las condiciones socioeconómicas de los hogares en Colombia. En el país, de los 16,908 miles de hogares el 31.0% (5,240 miles) de estos se encuentran en déficit habitacional, donde el 7.5% se encuentra en déficit cuantitativo y el 23.5% en déficit cualitativo. De las 5.240 miles de viviendas el 20,4% en déficit habitacional se ubican dentro de las cabeceras, mientras que el 68,2% en centros poblados y rural disperso.

Con respecto al caso puntual del Valle del Cauca, el déficit habitacional corresponde al 18,3% (276 mil) de las viviendas, situándose por debajo del promedio nacional (31,0%) en el 4to puesto en los departamentos de Colombia. Donde en la cabecera urbana se presenta un déficit habitacional del **14,1% (182 mil)** de los cuales el 3,8% (49 mil) de las viviendas tienen un déficit cuantitativo, mientras el 10,3% (133 mil) de las viviendas presentan un déficit cualitativo.

En el Valle del Cauca el 4,9% (74 mil) de las viviendas tienen un déficit cuantitativo, mientras el 13,4% (202 mil) de las viviendas presentan un déficit cualitativo.

### 3.1.3. Vivienda de interés Social

La Vivienda de interés social (vivienda VIS) es la que se produce para garantizar el derecho a la vivienda a las familias de menos ingresos; la cual se rige con unos estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción sostenible. Esto, en un rango de valor no mayor a 135 SMLMV (o hasta 150 SMLMV). Están destinadas a satisfacer las necesidades básicas de vivienda de las familias con menos recursos, que no pueden acceder a viviendas del mercado abierto y/o acceder a préstamos convencionales. Ubicándose en centros urbanos o en áreas suburbanas para el fácil acceso al transporte y servicios esenciales de buena calidad presentes en las cabeceras urbanas.

Desde el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio se han trazado estrategias para facilitar el acceso de la ciudadanía a estas viviendas:

- Rediseño del sistema de subsidios basado en la oferta y demanda de Vivienda de Interés Prioritario y Social (VIP y VIS).
- Promoción de esquemas de financiación para hogares independientes de bajos ingresos (fomento al ahorro voluntario).
- Fomento a la financiación a largo plazo para la adquisición de vivienda

**3.1.4. Economía circular;** parte desde el modelo económico lineal actual, (Tomar, hacer, tirar), donde grandes cantidades de material, insumo y energía siguen este ciclo finito no sostenible. La economía circular es un modelo reconstructivo y regenerativo, donde cada una de sus partes (producto, proceso y materiales) siempre tendrán un nivel óptimo independientemente de su uso. Es un sistema que preserva y aumenta los recursos naturales, optimizando el rendimiento de los

recursos y reduciendo riesgos, llevando un control de unos recursos finitos y flujos renovables.

- Los recursos o materia prima se eligen con base a la mayor funcionalidad, utilizando tecnologías y procesos renovables para optimizarlos.
- Diseño estratégico para la renovación, reelaboración y reciclaje de los productos, materiales y componentes; preservando la energía y otros valores incorporados para prolongar su vida útil.
- Promover la efectividad del sistema sin afectar otros sistemas y eliminando factores externos que reduzcan la eficacia del mismo.
  - Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales.
  - Fomentar el uso de recursos renovables y reciclables
  - Reducir emisiones.
  - Disminuir pérdidas de materiales y de residuos.

**3.1.5. Ciudad de los 15 minutos;** con la expansión urbana, como resultado de una planeación deficiente surgen diferentes problemáticas sociales, de salud, acceso a servicios, recursos básicos y de transporte. A raíz de esto, surge un concepto de planificación urbana, dónde todos los recursos, servicios y espacios se encuentran a máximo 15 minutos caminando o en bicicleta, reduciendo las distancias de desplazamiento de las personas, evitando embotellamientos o el uso de transportes deficientes.

## **3.2. Marco referencial**

A continuación se citan algunos proyectos que debido a sus características arquitectónicas y sostenibles serán referencia para la parte proyectual del proyecto de vivienda a desarrollar.

### **3.2.1. Vivero - Parque residencial (comunidad)**

Es una comunidad ubicada en el sur de la capital Vallecaucana en la zona de expansión de la ciudad comprendiendo un área de alrededor de 100 hectáreas. Se plantea como una comunidad inclusiva, sostenible y resiliente; la cual busca brindar a sus residentes un espacio público 3 veces mayor al promedio de la ciudad (4.57 M2 por habitante) según los índices óptimos de espacio verde establecidos por La Organización Mundial de la Salud (10 a 15 M2 por habitante). Adicionalmente se plantea una amplia oferta de transporte urbano y su integración; así como una una amplia oferta de servicios evitando largos desplazamientos y garantizando la accesibilidad a estos.

Cuenta con diferentes estrategias de eficiencia energética, como la utilización de iluminación pública eficiente así como el suministro de energía fotovoltaica significando la provisión de un poco más del 6.5% de la energía requerida por la comunidad. También aspectos relacionados el paisajismo enfocado a la gestión sostenible del agua, Utilización de materiales sostenibles, calidad y confort de espacios internos; todo esto integrado a su ubicación y entorno inmediato.

- Puntos claves a destacar del proyecto
  - Integración del proyecto con el entorno inmediato (espacio público efectivo por habitante).

- Calidad de vida (confort de espacios internos, oferta de servicios básicos e integridad de transporte)
- Optimización de los recursos energéticos (materiales y utilización de energías renovables).
- Gestión sostenible del agua lluvia.
- Creación e integración de la comunidad.

### **3.2.2. Edificio Cedro Rosado (Edificio)**

Es el nuevo edificio de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, siendo 1 de los 5 edificios que comprende el macroproyecto que se construirá en el campus universitario de “Bloques Laboratorios”. Este edificio abarca un área de un poco más de 3,500 M2 que incluye aulas, áreas de estudio, auditorios y otros servicios de la universidad.

Apuesta por un óptimo desempeño desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación, brindando al usuario una experiencia óptima durante su uso. Apoyándose con la implementación de elementos de protección solar que combinado con la materialidad y su disposición espacial, logra el control solar iluminando el 70% de espacios con luz natural, así con su vacío central creando diferencia de presión en el aire, disminuyendo la temperatura interior de los espacios renovando el aire en los espacios altamente ocupados, reduciendo la carga térmica y energética del edificio.

- Puntos claves a destacar del proyecto
  - Implementación de estrategias de control pasivas.
  - Optimización de recursos (fuentes renovables de energía e implementación de aires acondicionados de alta eficiencia, aparatos hidráulicos y eléctricos ahorradores).

- Calidad de ambiente interior (iluminación natural, Calidad del aire interior, confort auditivo y sensorial).

### **3.2.3. Edificio Ele 16 (Edificio)**

Es un edificio urbano de apartamentos, se distribuye en 2 apartamentos por piso, uno de 190M2 y otro de 150 M2, planta de parqueaderos en sótano y planta técnica. El edificio está ubicado en una zona con variedad de usos, facilidad de conectividad y acceso.

El proyecto nace con un inversión en conjunto, que desde su concepción se destacó por sus atributos de sostenibilidad. Así mismo, el proyecto se concibió con una estructura prefabricada reduciendo los tiempos de ejecución, así como la implementación de aislantes en fachada y un conjunto de vegetación existente con elementos de protección solar dispuestos con eficiencia a la incidencia solar, permitiendo un mejor control térmico; apoyándose con un vacío central y disposición de la ventanería expulsa el aire caliente de los apartamentos, logrando un confort en las unidades de vivienda de hasta un 80% del tiempo.

- Puntos claves a destacar del proyecto
  - Implementación de estrategias de control solar, e iluminación y ventilación natural pasivas.
  - Barreras con vegetación existente.
  - Calidad de ambiente interior (relacion ventana/pared)
  - Optimización de recursos (iluminación led, sistema solar fotovoltaico, griferías y aparatos hidráulicos ahorradores)

### **3.3. Marco jurídico**

Con base a la Encuesta Nacional de Calidad de Vida y censos realizados previamente, desde el gobierno nacional se han establecido varias políticas públicas en busca de reducir al máximo estas cifras, apoyando a las familias más desfavorecidas, incentivando la participación de privados para la financiación y producción de viviendas.

#### **3.3.1. Ley de vivienda 1537 de 2012**

(Atiende el déficit habitacional de las población en condición de pobreza) Tiene como objetivo definir las responsabilidades y funciones de las entidades gubernamentales nacionales y territoriales; y la intervención del sector privado para el desarrollo de proyectos de Vivienda de Interés Prioritario y Social (VIP y VIS) destinadas a familias de menores recursos, incentivar un sistema especial de financiación de vivienda y promoción del desarrollo del territorio. Esta, establece algunos aspectos claves como:

- Política de vivienda; establecer políticas y estrategias para fomentar la construcción y adquisición de Viviendas de Interés Prioritario y Social, así como la mejora de la calidad de las viviendas.
- Subsidios de vivienda; entrega de subsidios de vivienda para las personas y familias de menores ingresos, diseñados para ayudar a las personas a la compra o mejora de vivienda.
- Desarrollo urbano sostenible; regular el desarrollo del territorio de las ciudades y promueve el desarrollo sostenible, estableciendo pautas para la planificación urbana y uso adecuado del suelo.

- Mejora de barrios y vivienda rural; busca mejorar las condiciones de vida dentro de los barrios y asentamientos informales, así como la vivienda rural.
- Financiamiento de vivienda; con la participación de entidades financieras se busca facilitar el acceso a créditos hipotecarios y el desarrollo de proyectos de vivienda.

De mismo modo, en esta ley dio origen al programa de **Mi Casa Ya**, el cual tiene como objetivo facilitar el acceso a la vivienda nueva por medio de entrega de subsidios y promoción de construcción de proyectos de vivienda. Aunque en varias ocasiones se han modificado sus requisitos, el programa sigue estando dirigido a los colombianos interesados en la compra de vivienda nueva, que no sean propietarios de una en el territorio nacional.

### **3.3.2. Decreto Nacional 1077 de 2015**

Es conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio (DUR-VCT), el cual aborda la planificación territorial, uso del suelo, vivienda y construcción; simplificando y unificando la normativa aplicable para la gestión y el desarrollo de sostenible en áreas urbanas y rurales del territorio colombiano, abarcando temas como:

- La planificación y ordenamiento del territorio; urbano y rural, zonificación, usos del suelo y gestión del territorio.
- Regulaciones para las Viviendas de Interés Prioritario y Social; controlando su construcción, financiación y adquisición.
- Regulaciones en la construcción y urbanismo; seguridad estructural, diseño urbano y su gestión.
- Identificación de riesgos naturales y antrópicos en áreas urbanas y rurales.

- Infraestructura de servicios públicos, acceso a agua potable y saneamiento.
- Gestión urbana y rural; creando normas para la adquisición, disposición y uso de los suelos urbanos y rurales.
- Implementación y regulación de la planeación por medio de Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y los Planes de Desarrollo Municipal.
- Conservación de áreas protegidas y mitigación de impactos ambientales.

### **3.3.3. C.C.C.S. (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible)**

Busca promover la construcción de proyectos sostenibles y ambientalmente responsables en el territorio colombiano; trabajando desde la educación, políticas públicas, gestión técnica y mercado sus 4 principales objetivos;

- Consolidar ciudades sostenibles, resilientes y equitativas.
- Gestión circular de los recursos, extendiendo la vida útil de estos.
- Lograr la carbono-neutralidad en los materiales de construcción para lograr una construcción y operación altamente eficiente, así como el uso generalizado de energías alternativas.
- Integrar transversalmente conceptos de salud, bienestar y equidad social articulando la industria de la construcción.

Como parte de las estrategias del C.C.C.S. e iniciativa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el marco del Plan Nacional Estratégico de Mercados Verdes, se creó y reglamentó el Sello Ambiental Colombiano (SAC) mediante la resolución 1555 de 2015.

Esta etiqueta ecológica se obtiene de manera voluntaria, otorgada por una institución independiente acreditada donde certifique que el proyecto cumple o excede los siguientes parámetros.

- Uso sostenible de recursos naturales (materia prima y materiales)
- Procesos de producción con bajo consumo energético o utilización de energías renovables.
- Procesos de reciclaje, reutilización y reuso de materias primas; así como el bajo consumo de materiales de un solo uso (economía circular).
- Implementación de tecnologías limpias, generando un menor impacto al ambiente durante su etapa de operación.

## CAPÍTULO 01 - CLIMA

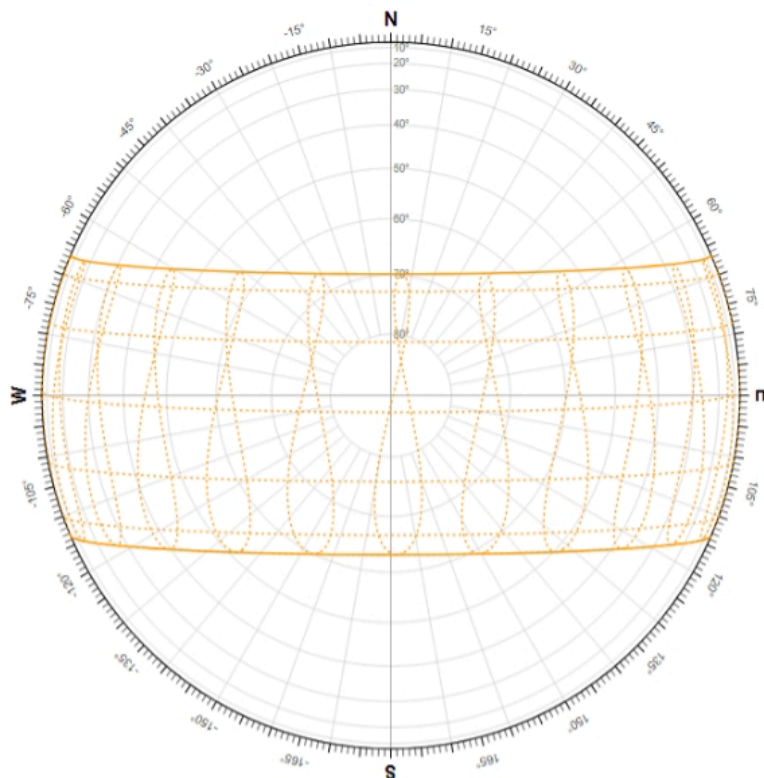
### 1.1. Datos climáticos

A continuación se gráfica en un periodo de un año los distintos factores climáticos que afectan directamente el área de estudio, partiendo de los resultados obtenidos de la estación climática de Univalle.

Cali, al estar cerca al ecuador, se puede evidenciar que los datos obtenidos por las estaciones climáticas, son constantes y con pocas variaciones a excepción de algunos leves picos durante los meses de febrero a marzo y de agosto a septiembre.

Gráfico no. 01

#### 1.1.1 Mapa solar

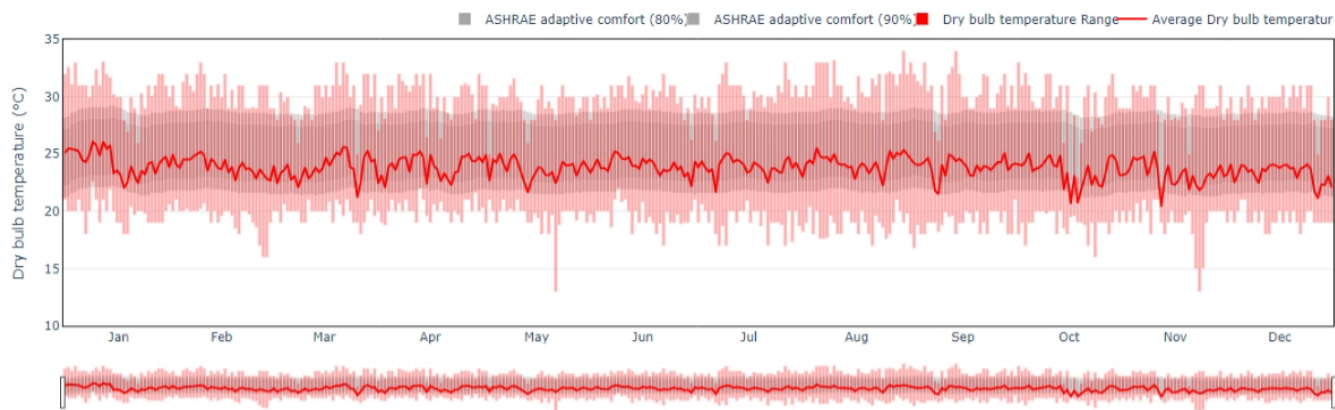


*Recorrido solar durante el periodo de un año para la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de: Andrew Marsh - Software Development - 2D Sun-Path - archivo climático estación UniValle - 2023 - elaboración propia.*

Se evidencia una poca variación en la incidencia solar, aunque el sol se encuentra un poco más inclinado hacia el sur siendo más largos los días de los meses de mayo a julio.

Gráfico no. 02

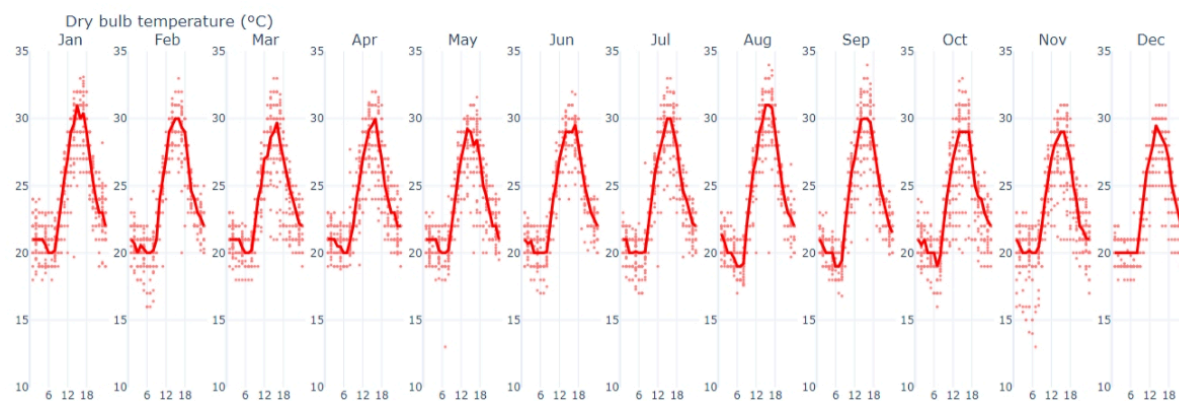
### 1.1.2. Temperatura anual promedio



*Promedio anual de temperatura con bulbo seco para la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CBE Clima tool - Temperature and humidity - 2023 - elaboración propia.*

Gráfico no. 03

### 1.1.3 Variabilidad de temperatura diaria promedio

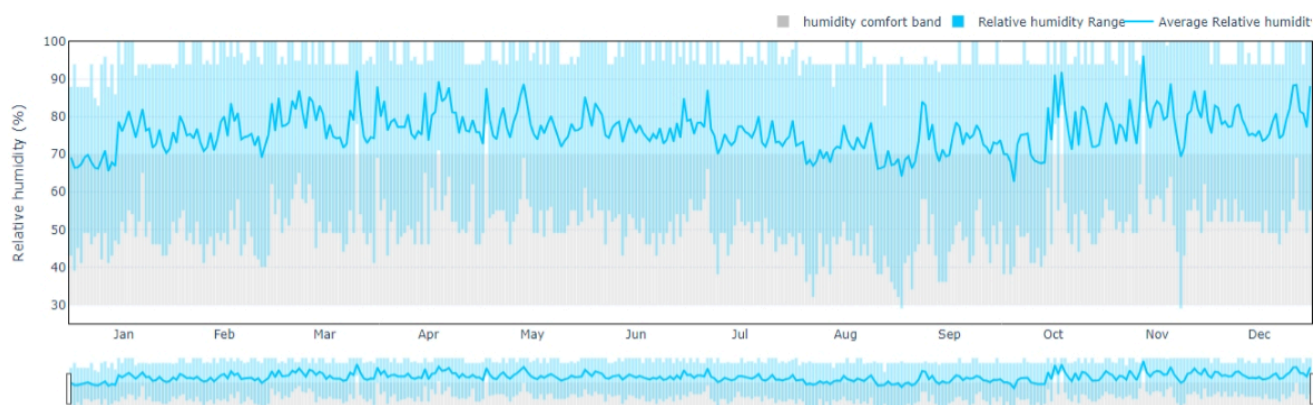


*Promedio mensual de variación de temperatura diaria con bulbo seco en la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CBE Clima tool - Temperature and humidity - 2023 - elaboración propia*

Anualmente se presentan temperaturas con poca variación que oscilan entre los 33°C y los 21°C. Dónde pueden disminuir en los meses de febrero a marzo y de agosto a septiembre, dónde ocurren las principales temporadas de lluvias. Durante el día la temperatura más alta se presenta a las 3:00 p.m. y desciende hasta las 6:00 a.m. dónde aumenta con la incidencia solar.

Gráfico no. 04

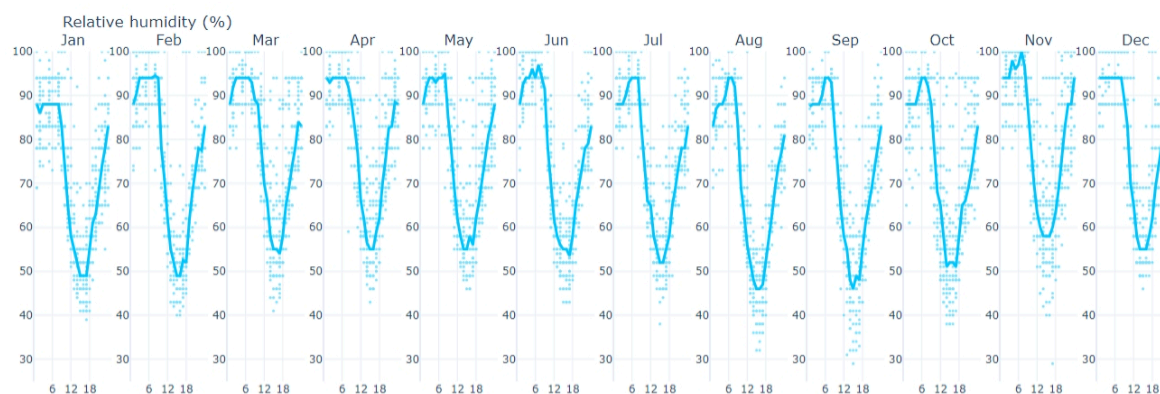
### 1.1.4 Humedad Relativa promedio



*Promedio anual de humedad relativa para la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CBE Clima tool - Temperature and humidity - 2023 - elaboración propia*

Gráfico no. 05

### 1.1.5 Variabilidad de humedad promedio diaria

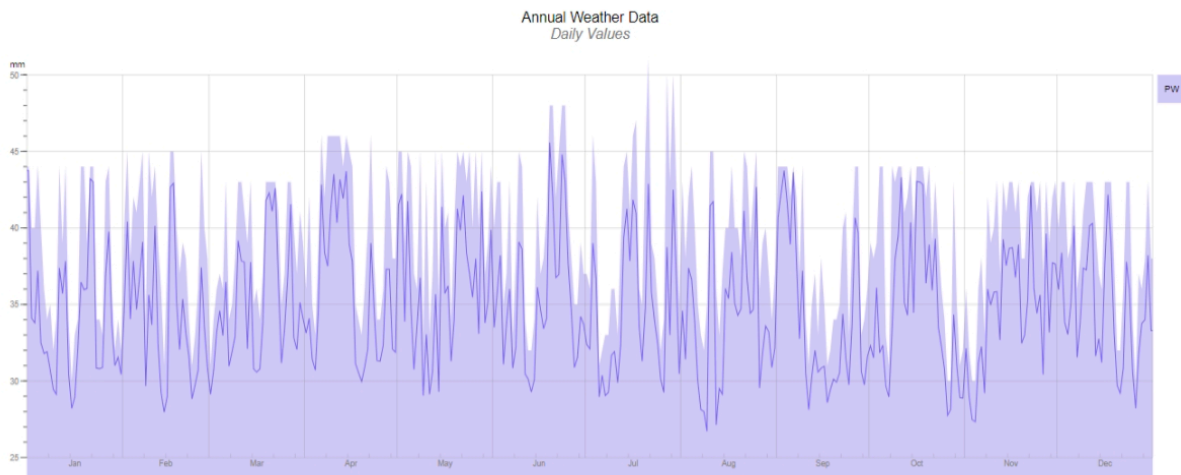


*Promedio mensual de variación de humedad relativa diaria en la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CBE Clima tool - Temperature and humidity - 2023 - elaboración propia*

Humedad relativa constante durante todos los días del año, varían entre el 97% y el 45% en los meses de agosto a octubre. Caso contrario a la temperatura; durante el día la mayor humedad relativa se presenta a las 6:00 a.m. y con la incidencia solar la más baja a las 3:00 p.m. que aumenta inversamente proporcional a la temperatura.

Gráfico no. 06

## 1.1.6 Precipitación

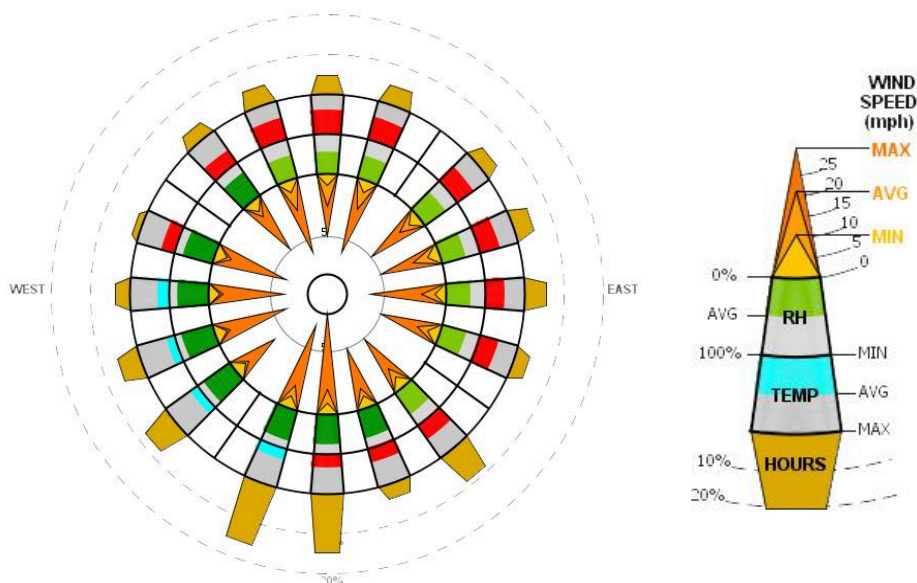


Cantidad promedio milímetros de agua precipitada en la ciudad de Cali - Colombia Tomado de Andrew Marsh - Software Development - Data view 2D - archivo climático estación UniValle - 2023 - elaboración propia

Precipitaciones anuales con un promedio de 35 mm, se presentan algunos picos en días ocasionales de la semana. Así mismo en los meses de abril y octubre, se presentan mayor cantidad de días con una precipitación promedio de 45 mm.

Gráfico no. 07

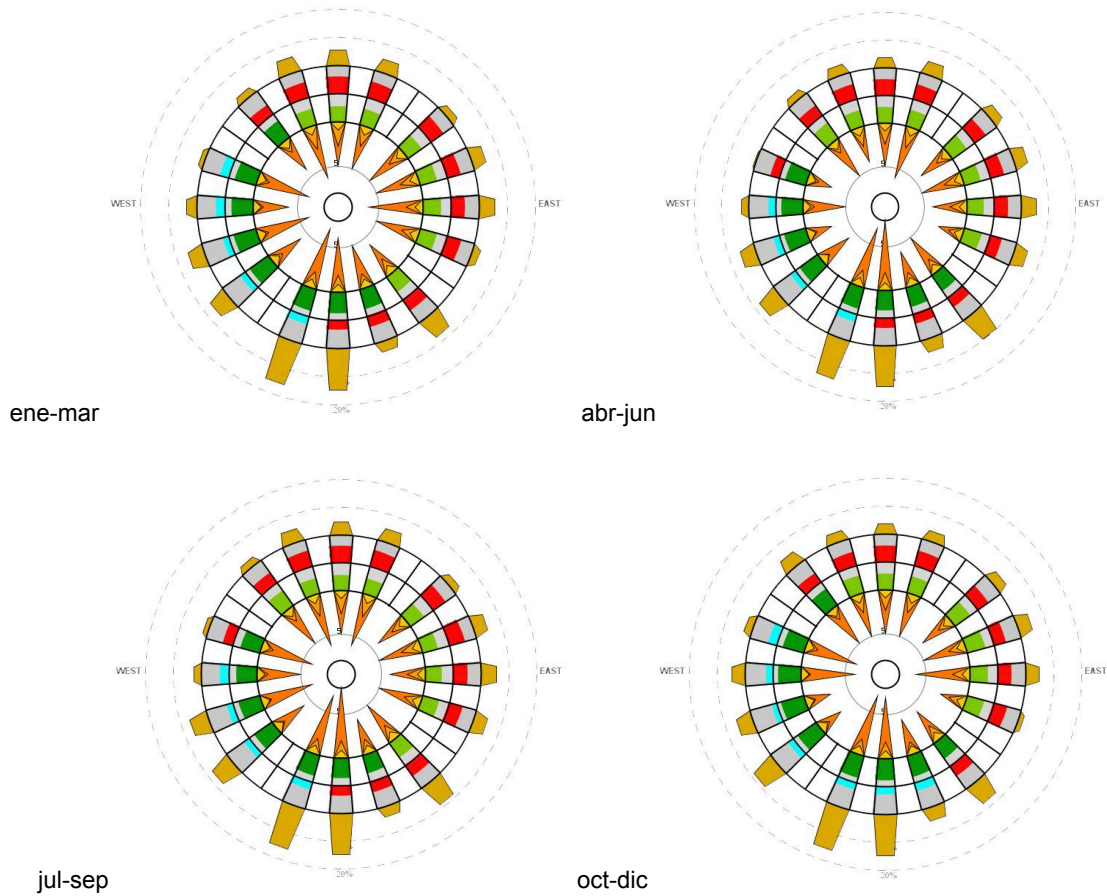
## 1.1.7 Dirección y velocidad del viento



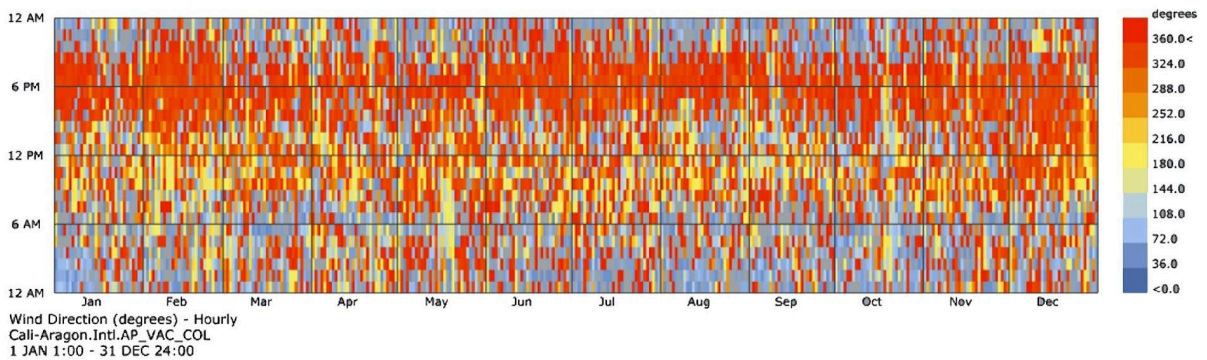
Promedio anual de dirección y velocidad del viento en el sur de la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023 - Elaboración propia.

Gráfico no. 08

### 1.1.8 Dirección y velocidad del viento



*Promedio trimestral de dirección y velocidad del viento en el sur de la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023 - Elaboración propia.*



*Promedio trimestral de dirección y velocidad del viento en el sur de la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023 - Elaboración propia.*

Debido a las condiciones geográficas y morfológicas dónde se ubica la ciudad de Cali, resulta en diversas direcciones y velocidades del viento en las distintas zonas

de la ciudad. En la ubicación elegida para el desarrollo del proyecto, la velocidad del viento es mayor entre las 5:00 p.m. y 7:00 p.m. La dirección del viento predomina desde el norte en estas mismas horas, aunque hay variaciones durante el día provenientes del noroccidente y entre 7:00 a.m. y las 12:00 p.m. Hay algunas variaciones provenientes del sur. En la noche predominarán los vientos del nororiente.

### **1.1.9. Descripción Climática**

Cali, está ubicado entre el trópico de cáncer (al norte  $23.5^{\circ}\text{N}$ ) y el trópico de capricornio (al sur  $23.5^{\circ}\text{S}$ ) del Ecuador, convirtiéndola en un país tropical significando que climáticamente tiene pocas variaciones durante el transcurso del año; la temperatura no varía mucho en el transcurso del año, pero sí varía considerablemente durante el día y con abundantes precipitaciones que favorecen a la actividad agrícola y a la vegetación frondosa y diversa.

Día a día, la ciudad entra en un ciclo donde distintos factores, han definido el clima y su comportamiento en cada una de las etapas del día. Cali, al estar ubicada cerca del Ecuador recibe gran cantidad de radiación solar durante todo el año, logrando altas temperaturas que bajan drásticamente al final de la tarde, llegando a temperaturas de hasta  $33^{\circ}\text{C}$  en las tardes y mínimas hasta de  $16^{\circ}\text{C}$  en la madrugada. Esto, al combinarse con la topografía de la ciudad logra que el agua depositada en el valle por los siete ríos que atraviesan la ciudad, se evapore en gran medida aumentando la humedad relativa del ambiente llegando a picos de hasta un 95% que disminuye proporcionalmente al aumento de la temperatura.

Con la diversa topografía, recursos hídricos y altas temperaturas; el aire caliente y el agua evaporada asciende logrando que el aire frío de la alta montaña descienda

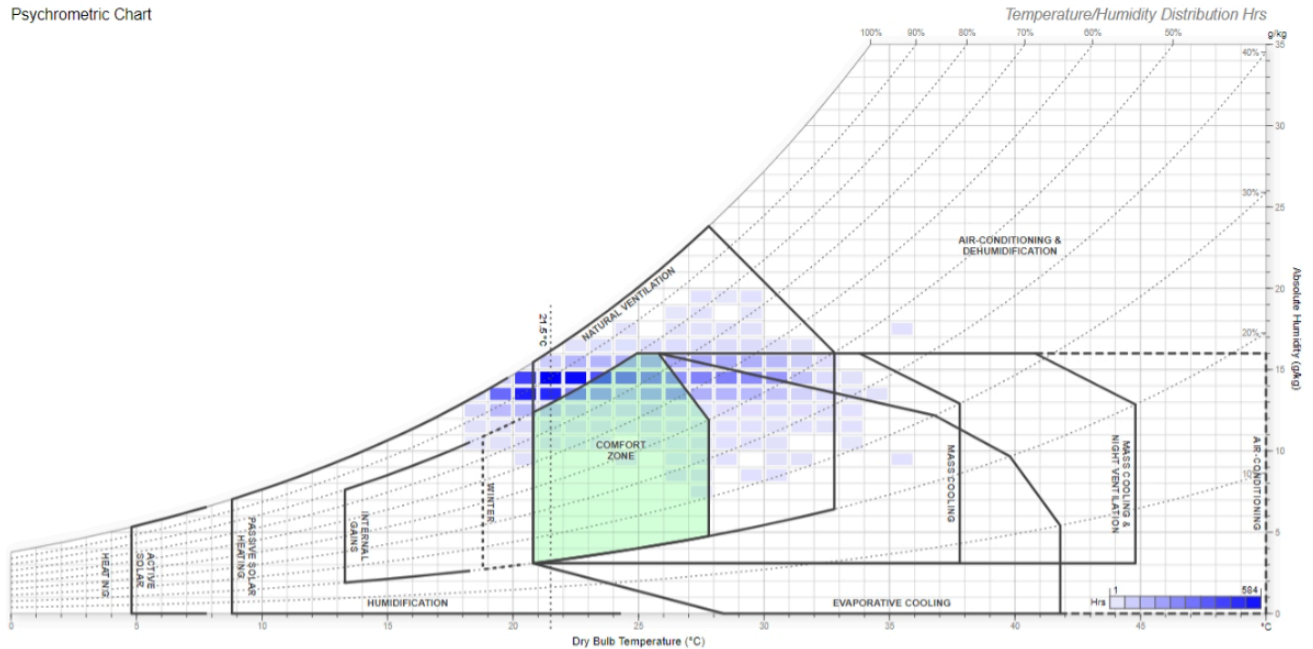
hacia el valle, significando fuertes vientos que provienen de distintas direcciones y con gran variación de velocidades en varios puntos de la ciudad que refrescan la ciudad en las tardes; asimismo la acumulación de agua en las nubes que se transforma en fuertes aguaceros en días ocasionales, que disminuyen la temperatura sin embargo, pueden aumentar la humedad en el ambiente.

## 1.2. Estrategias de control climático

Gráfico no. 09

### 1.2.1 Carta Psicrométrica

Psychrometric Chart



Carta psicrométrica para la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de Andrew Marsh - Software Development - Psychrometric Chart - archivo climático UniValle - 2023 - elaboración propia

Partiendo del análisis y las conclusiones climáticas arrojadas por los gráficos climáticos para la ciudad de Cali - Colombia, se han establecido algunas estrategias climáticas de control pasivo reforzado con el Modelo Bioclimático de Givoni, que servirán para incrementar el confort dentro de los espacios, postulando como principales estrategias la ventilación natural y la protección solar.

### 1.2.2 Estrategias de Ventilación natural

La ventilación natural se da con la implementación de técnicas pasivas que generan cambios de temperatura o presión, que permiten renovar el aire caliente que está al interior por aire más fresco del exterior reduciendo temperatura y renovando el aire para incrementar el confort dentro de los espacios. Para favorecer este proceso,

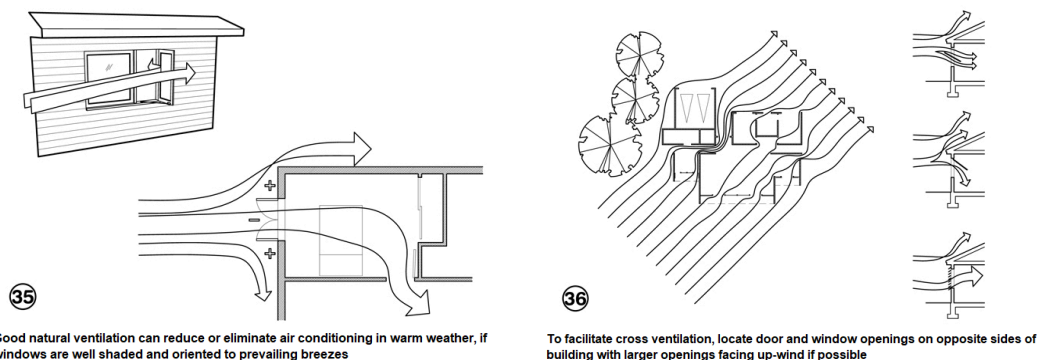
existen algunas técnicas o modelos aplicables que generan los diferentes cambios de temperatura y presión necesarias;

- Ventilación natural cruzada; se generan vanos o aperturas en lados opuestos de un espacio que permite el flujo del aire renovando el aire acorde a su disposición, pues con esto puede incrementar o reducir su efectividad.
- Ventilación natural inducida; al dejar aperturas en las partes bajas de los muros, permite que el aire frío ingrese logrando que el aire caliente, menos denso, asciende saliendo por aperturas en el techo.

De mismo modo, otros aspectos que influyen en la ventilación natural de los espacios serán independientes a la disposición del espacio; es decir, factores como barreras o elementos internos o externos al espacio, puede condicionar la ventilación natural del espacio, así mismo como la materialidad de muros y piso, la forma y funcionamiento de las ventas, regularán la ventilación natural en los espacios pues al regular las aperturas de entrada y salida del aire, incrementa o disminuye la cantidad y calidad de la ventilación natural.

Gráfico no. 10

### Estrategias de ventilación

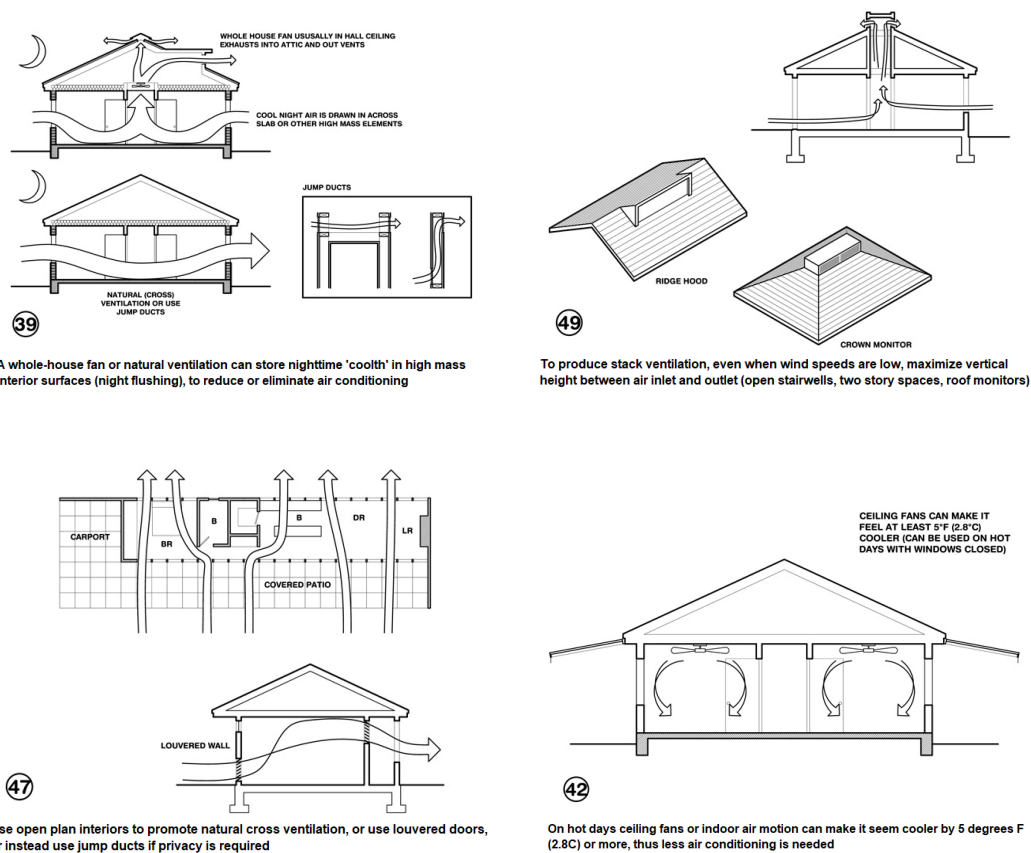


*Estrategias de dirección del viento externo hacia el interior de los espacios; disposición de vanos y orientación.  
Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023.*

La correcta localización y disposición de la volumetría, al igual que la disposición de los vanos, beneficiará la ventilación natural al interior de los espacios, pues esto mejorará la circulación del aire, permitiendo ventilación cruzada para reducir las temperaturas internas y asimismo el consumo energético.

Gráfico no. 11

## Estrategias de ventilación



*Estrategias de dirección del viento externo hacia el interior de los espacios; ventilación natural e inducida al interior de los espacios. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023.*

De mismo modo, para reducir las temperaturas al interior, de debe considerar las diferencias de presión; pues el aire caliente es menos denso y tiende a ascender, dejando el aire frío en la parte inferior. Debido a esto, es necesario ubicar aperturas en la parte superior de los espacios, para que permita que el aire caliente salga de los espacios dejando el vacío que se llenará con el aire fresco de la parte inferior.

Con la disposición de la apertura de salida en la parte superior o con aperturas en la cubierta, se puede lograr este efecto así mismo con la inducción mecánica de la ventilación mediante el uso de ventiladores de techo o extractores, que halen el aire frío a la parte superior de los espacios.

### **1.2.3. Protección solar**

En busca del confort térmico al interior de los espacios, la arquitectura ha adoptado técnicas de control activas y pasivas para restringir, controlar y/o aumentar la radiación solar al interior de las edificaciones. Pues en la mayoría de casos, al reducir la radiación directa del sol se reduce el consumo energético que produce el sobrecalentamiento de las edificaciones y los efectos negativos sobre el entorno. Con esto, acorde a la orientación y exposición de las fachadas, se han adoptado elementos de protección que disminuyen y regulan la radiación solar directa al interior;

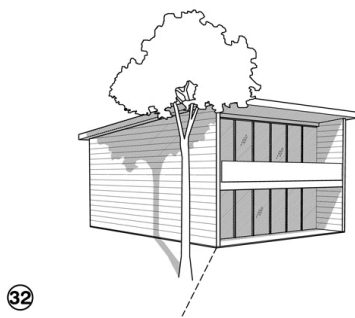
- Parasoles y cortasoles; es un elemento horizontal o vertical dispuesto en fachada que restringe el paso de la radiación directa del sol al interior de los espacios para regular la iluminación y temperatura beneficiando el confort.
- Elementos móviles o activos; elementos como toldos, persianas, cortinas o fachadas cinéticas. Son elementos de fachada que regulan de manera permanente y variable conforme a la orientación y disposición de la fachada, la cantidad de radiación e iluminación que ingresa a los espacios.

Asimismo, otros factores que condicionan la iluminación natural y radiación solar son los factores externos, como barreras vegetales, edificios vecinos u otros elementos pues afectan tanto como positiva como negativamente la exposición solar al interior de los espacios, obligando a evaluar correctamente las disposiciones de los

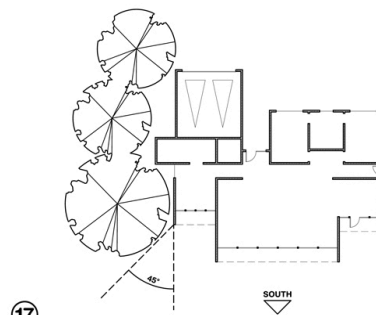
elementos de protección para generar el mayor confort posible dentro de los espacios.

Gráfico no. 12

### Estrategias de protección solar



32  
Minimize or eliminate west facing glazing to reduce summer and fall afternoon heat gain



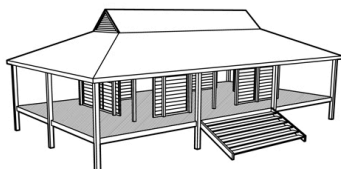
17  
Use plant materials (bushes, trees, ivy-covered walls) especially on the west to minimize heat gain (if summer rains support native plant growth)

*Estrategias de control solar; fachadas este y oeste cerradas y aprovechamiento de los cuerpos externos. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023*

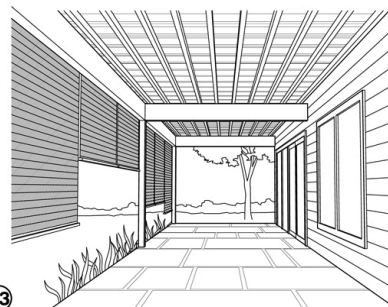
Este proyecto al estar localizado en el trópico, es necesario reducir al máximo las aperturas en las fachadas este y oeste, con esto reduciendo o eliminando la exposición solar al interior de los espacios, asimismo el uso de barreras vegetales funcionan como filtros que reducen la exposición hacia la edificación y espacios interiores reduciendo su temperatura.

Gráfico no. 13

### Estrategias de protección solar



68  
Traditional passive homes in hot humid climates used light weight construction with openable walls and shaded outdoor porches, raised above ground



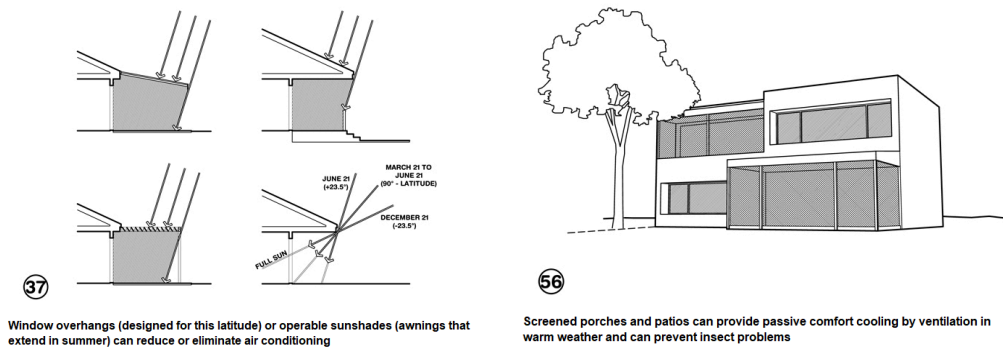
53  
Shaded outdoor buffer zones (porch, patio, lanai) oriented to the prevailing breezes can extend living and working areas in warm or humid weather

*Estrategias de control solar; sombreado mediante el uso de porches, corredores, persianas y/o pérgolas. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023*

La implementación de aleros o porches reduce la cantidad de sol recibida en las fachadas principales, asimismo, al no tener barreras verticales permite la ventilación adecuada de estos espacios de protección que también podrían funcionar como espacios de circulación o estancias cortas que no afecten el confort de los espacios de largas estancias.

Gráfico no. 14

### Estrategias de protección solar



*Estrategias de control solar; obstrucción y regulación de la radiación solar hacia las ventanas. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023*

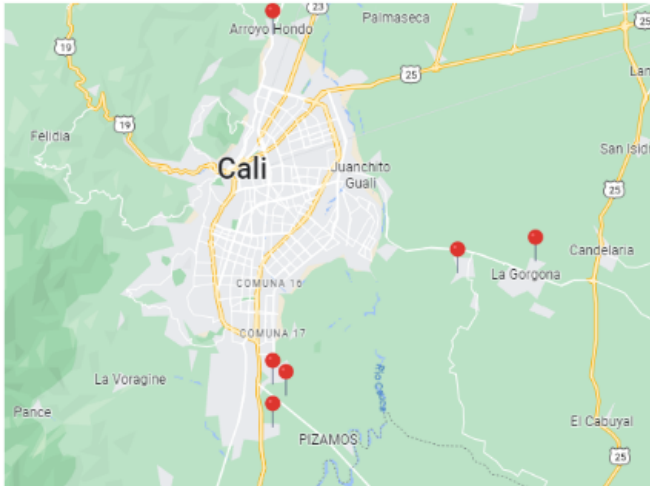
Las ventanas de las edificaciones además de permitir la ventilación e iluminación natural al interior, son los principales puentes de transferencia de energía del exterior al interior. Debido a esto, son los principales puntos a proteger; con aleros, persianas, retranqueos o películas reflectantes que reduzcan la radiación al interior.

Dadas las condiciones climáticas constantes, principalmente en el proyecto se desarrollarán estrategias de control solar pasivo y estrategias de ventilación cruzada y ventilación inducida. Utilizando elementos de fachada horizontales y verticales reduciendo la radiación directa del sol en el interior de las unidades de vivienda;

asimismo como la eliminación de aperturas en las fachadas oriental y occidental pues durante todo el año tendrán varias horas de exposición solar. Por otra parte, se dispondrán de espacios abiertos que a futuro direccionará el viento a las aperturas en fachada que permitirán la ventilación natural asimismo con los cambios de nivel que desarrollará cambios de presión en buitrones y patios los cuales enfriarán y deshumidificarán los espacios.

## CAPÍTULO 02 - ACTUALIDAD

### 2.1. Oferta vigente



#### Mapa urbano de Cali con localización de proyectos

Gráfica no. 14 *Mapa urbano del municipio de Cali y municipios vecinos ubicando proyectos VIS y VIP. Tomado de - Google Maps - 3.4360967,-76.5296284 - 2023*

#### **Proyectos de Vivienda de Interés Prioritario e Interés Social (VIP y VIS)**

Gran parte de los proyectos de análisis se localizan alrededor de la ciudad o en zonas de expansión designadas por el POT 2014. Actualmente la distribución varía entre 1 o 2 habitaciones, 1 baño acabado, sala-comedor con acabados en obra gris, sin embargo, la distribución varía conforme al contexto socioeconómico donde se ubique el proyecto. VIS: desde 120 a 150 SMMLV VIP: hasta 90 SMMLV

### Mercado Actual - Vivienda de interés social (VIS)



Gráfica No.15/16 (15) imágenes propias, (16) tomado de <https://www.constructorabolivar.com/proyectos-vivienda/cali/amaranta-ciudad-pacifica?gclid>



Gráfica No.17/18 (17) imágenes propias, (18) tomado de [https://www.constructorabolivar.com/proyectos-vivienda/cali/parque-verde?gclid=CjwKCAjwjaWoBhAmEiwAXz8DBT8PImIgnF-PHCbRkt\\_F44Xa\\_uHSKEev2uOiX3QH527BDIP6\\_dubNRoCRZ8QAvD\\_BwE](https://www.constructorabolivar.com/proyectos-vivienda/cali/parque-verde?gclid=CjwKCAjwjaWoBhAmEiwAXz8DBT8PImIgnF-PHCbRkt_F44Xa_uHSKEev2uOiX3QH527BDIP6_dubNRoCRZ8QAvD_BwE)

### Mercado Actual - Vivienda de interés prioritario (VIP)



Gráfico No.19/20/21 (19) <https://tierralinda.com.co/proyecto/tierralinda-de-los-farallones/>, (20) <https://www.jaramillomora.com/proyectos/carambolo/>, (21) <https://www.jaramillomora.com/proyectos/almendro/>

### **Mercado Actual - Viviendas V.I.P. y V.I.S.**

En el mercado actual se encuentran diversos modelos de Vivienda de Interés Social, sin embargo varían conforme a su ubicación y cliente objetivo. Con esto, el proyecto se desarrollará contemplando las diferentes variantes encontradas desarrollando varios tipos de unidades de vivienda para abarcar mayor cantidad de clientes con sus distintas formas de habitar y personas que habitan en cada una. Por ello, las unidades de vivienda contarán con una planta libre para ser desarrollados y modificados según las condiciones de cada propietario centralizando los servicios en un núcleo aliviando la espacialidad en cada recinto.

### **2.2. Dificultades y deficiencias**

Actualmente las zonas de expansión de las grandes ciudades del país, son completadas con agrupaciones urbanas desde su concepción; significando gran cantidad de actividad pero el inicio o expansión de muchos procesos y sistemas propios de la ciudad o casco urbano. Esto transformándose en deficiencias o carencias de algunos servicios básicos para la vivienda, cómo;

- Dificultad o intermitencia en el acceso a servicios públicos.
- Estructura del sistema de transporte precaria o inexistente.
- Aumento en el costo de vida por la falta de estructuración y oferta de los sistemas existentes.
- Bajas zonas de confort en los nuevos asentamientos y zonas públicas con pocos espacios con sombra, con poco o inexistente mobiliario urbano, falta de espacios de recreación y pobre diseño urbano.

Adicionalmente las unidades de vivienda se evidencian falencias claras desde su concepción, transmitiendo problemáticas partiendo desde el discomfort espacial y material;

- Espacios inconfortables. (temperatura, humedad, ventilación, exposición solar).
- Poca flexibilidad espacial dada por el sistema estructural.
- Poco uso de estrategias bioclimáticas.
- Materiales de baja calidad.
- Sin contextualización del entorno.

En busca de reducir este impacto en los usuarios y promover un mejor uso del suelo, se plantea el desarrollo de este proyecto en un suelo urbano consolidado, que permita reactivar y potenciar zonas y centros urbanos. Adicionalmente esto significará para el usuario;

- Garantía de servicios públicos constantes.
- Fácil acceso a bienes y servicios.
- Estructura de transporte consolidada.
- Malla vial con mejores conexiones.
- Reducción o mantener el costo de vida debido a la gran cantidad de oferta en el casco urbano.

Complementando con un diseño arquitectónico y estructural óptimo, se creará un nuevo centro urbano con las condiciones óptimas para la vivienda y que a su vez permita rehabilitar y potenciar zonas urbanas con baja actividad.

### 2.3. Sistemas Constructivos

Conforme a la normativa constructiva vigente (2023), la NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente) el título A.3.2. define 4 (cuatro) tipos de sistemas estructurales clasificados conforme según sus elementos verticales para resistir las fuerzas sísmicas y la capacidad de disipación de la energía del material estructural utilizado. Asimismo la clasificación de los sistemas estructurales permitidos obedecerá y se limitará conforme a los materiales constructivos, pues con cada material (concreto, acero) en combinación al sistema estructural definen las posibilidades estructurales.

- **Sistema de muros de carga;** no dispone de un pórtico esencialmente completo, en el cual las cargas verticales son resistidas por muros de carga. Y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o muros con diagonales.
- **Sistema de pórtico;** es un sistema compuesto por pórticos espaciales, resistente a momentos, esencialmente completos, sin diagonales, que resiste las cargas verticales y las fuerzas horizontales.
- **Sistema combinado;** dispone de 2 formas o condiciones; en la primera las cargas verticales son resistidas por pórticos no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales estructurales. De mismo modo, en el caso contrario, las cargas verticales y horizontales son resistidas por en pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros o pórticos con diagonales no estructurales.
- **Sistema dual;** similar al sistema combinado, compuesto por pórticos espacial resistente a momentos y sin diagonales, combinado con muros estructurales

o pórticos con diagonales; sin embargo este debe de cumplir con las siguientes para considerarse dual:

- El pórtico sin diagonales, esencialmente completo, debe resistir a momentos y debe soportar fuerzas horizontales
- Las fuerza horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, en conjunto al pórtico sin diagonales resistente a momentos, el cual puede resistir al menos un 25% de las fuerzas cortantes sísmicas.
- Los sistemas deben diseñarse de tal manera que en conjunto sean capaces de resistir la totalidad de las cortantes sísmicas, y en conjunto los muros estructurales o pórticos con diagonales, deben de resistir la menos un 75% de las cargas sísmicas cortantes.

Con las condiciones y espacios en este proyecto, se optará por un sistema estructural combinado o dual, pues con las condiciones volumétricas y espaciales obligarán a tener un punto fijo antisísmico y cortafuego. Pues los muros de concreto servirán como un núcleo para liberar los espacios externos sirviendo como espacios de estar; y los espacios internos mas confinados serán espacios para baños y cocinas, facilitando las instalaciones de los mismos.

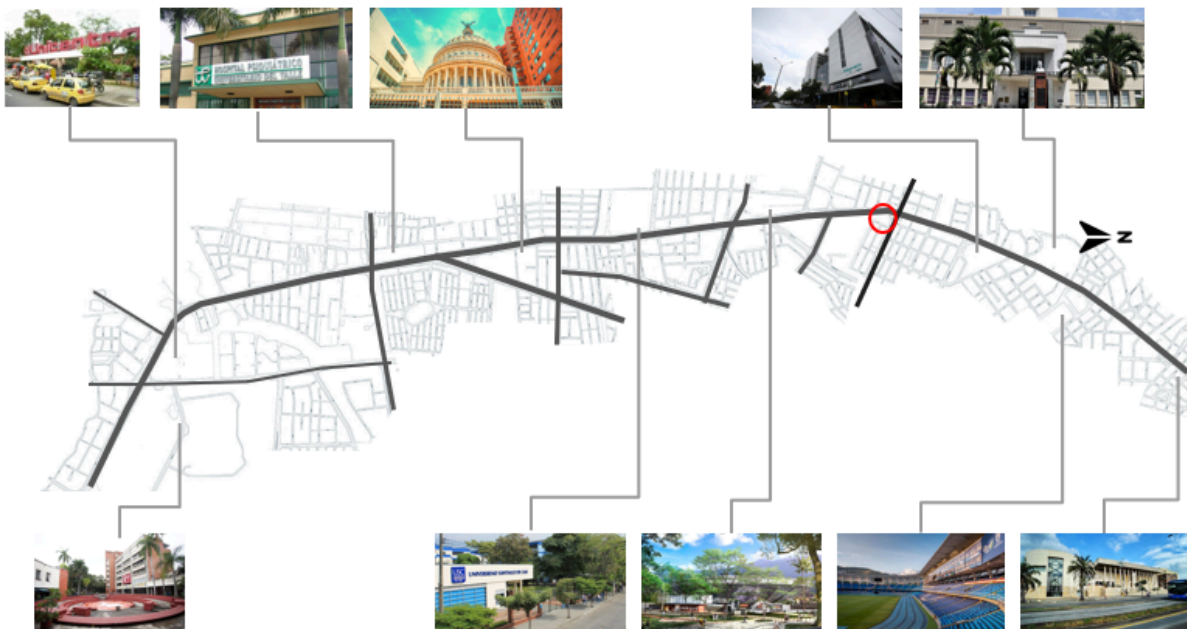
Así mismo, se opta por un diseño estructural con un módulo de 5.00 mts X 5.00 mts con algunas variaciones en su módulo para el desarrollo de las vías internas, esto permitirá tener geometrías limpias y rítmicas que permitan dar una mejor experiencia al usuario, así como la optimización y estandarización del control de ejecución en las diferentes etapas de la obra y el monitoreo y programación de las actividades.

## CAPÍTULO 03 - PROPUESTA

### 3.1. Intenciones

Debido a las imposibilidades y deficiencias de las nuevas agrupaciones urbanas en los perímetros de las ciudades. Se desarrollará el proyecto en un predio en el interior de la ciudad; facilitando el acceso a servicios básicos para el futuro centro urbano y creando un nuevo centro urbano que active y se articule zonas de baja actividad potenciando sus atributos.

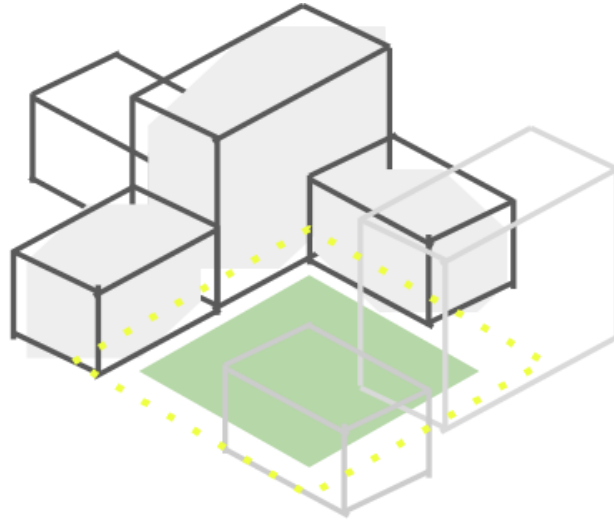
La calle 5ta es una de las arterias principales de la ciudad, llena de hitos y puntos de referencia para la ciudad, como el hospital H.U.V., el Estadio Pascual Guerrero, Universidad Santiago de Cali, Biblioteca Departamental, C.C. Unicentro. Plaza de toros (Arena Cañaveralejo). Debido a esta importancia de esta avenida; el proyecto se localiza sobre la carrera 44 sur entre las calle 5 y 5a, En el barrio Tequendama en la comuna 19 al suroeste de la ciudad de Cali - Colombia.



### Localización del proyecto sobre calle 5ta

Gráfico No.22 Elaboración propia

Partiendo de la vegetación existente se propone una tipología de serial y de torres, que con su morfología definen un patio interno, logrado con volúmenes fraccionados con una circulación dispuesta en galería, permitiendo ordenar la circulación alrededor de este sin afectar la privacidad y el confort de las unidades de vivienda.



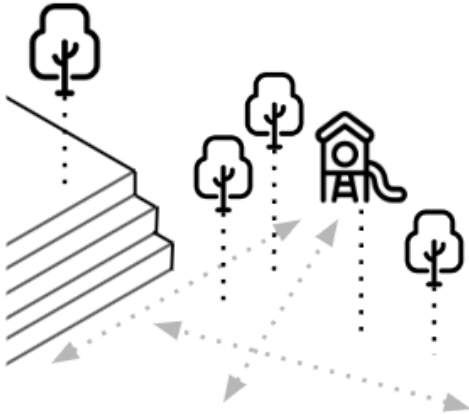
### Tipología de proyecto

Gráfico No.23 Elaboración propia

Así mismo, este patio propone crear un espacio de esparcimiento y comunidad entre los usuarios vecinos, dotándolo con elementos que permitan la integración de la comunidad y a su vez sirvan como espacios de circulación y estar, sin afectar el flujo de la circulación y recurriendo al poco desnivel entre calles (1.26 mts) propone elementos como

- a. Taludes y escalinatas de tierra
- b. Zonas de juegos
- c. Escaleras
- d. Espacios sombreados

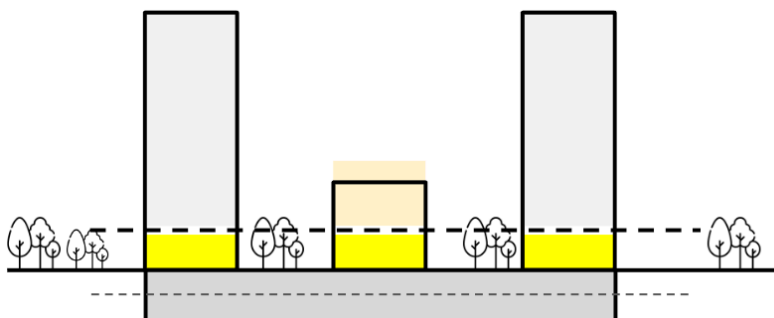
Elementos que en conjunto con las diferentes materialidades, vegetación y sistema estructural permite crear un espacio agradable para el confort y esparcimiento de los usuarios.



### Funcionamiento espacio común proyecto

Gráfico No. 24 Elaboración propia; íconos y vectores tomados de <https://www.flaticon.es> - Flaticon - iconos vectoriales y stickers

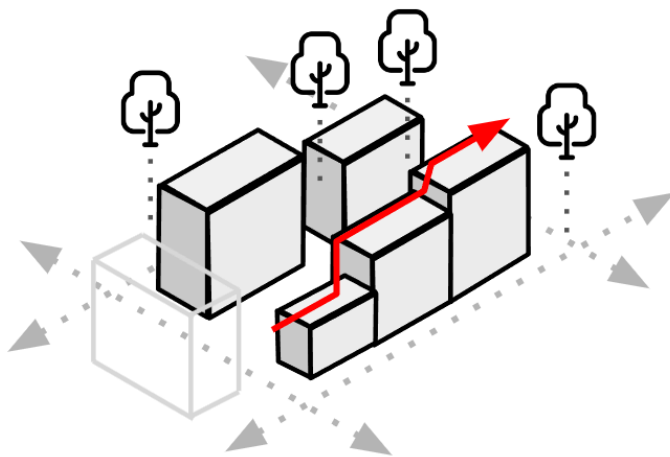
Con lo propuesto para los espacios comunes en la primera planta, se adopta un complemento para este primer piso, dejando los accesos principales y **zonas comerciales** en el primer piso del área de trabajo, así mismo, dotándolo con **zonas complementarias** como gimnasio, cancha múltiple y zona de coworking, que funciones como articulador entre las zonas residenciales



### Funcionamiento primer piso de proyecto

Gráfico No.25 Elaboración propia; íconos y vectores tomados de <https://www.flaticon.es> - Flaticon - iconos vectoriales y stickers

En función de los volúmenes en el contexto inmediato, se realiza un escalonamiento desde los volúmenes propuestos bajos (5 y 6 pisos) hasta los volúmenes más altos de 15 pisos, exaltando las torres (hitos) sin opacar las áreas vecinas de poca altura. Así mismo, creando terrazas con espacios verdes en función de las unidades de vivienda, permitiendo crear más espacios de convergencia a los usuarios finales del proyecto.



### Volumetría torres de proyecto

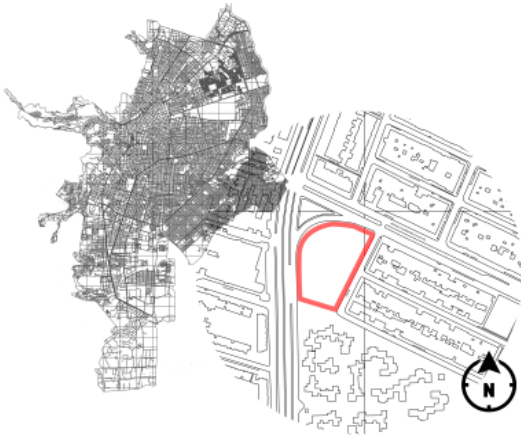
Gráfico No.26 Elaboración propia; íconos y vectores tomados de <https://www.flaticon.es> - Flaticon - iconos vectoriales y stickers

## 3.2. Localización del proyecto

El proyecto se localiza sobre la carrera 44 sur entre las calle 5 y 5a, En el barrio Tequendama en la comuna 19 al suroeste de la ciudad de Cali - Colombia. El área de trabajo cuenta con una arborización frondosa sobre la cara oriental (calle 5a), al igual que en el lindero occidental que tiene vegetación no tan importante como en su cara opuesta. Al sur, cuenta con un cerco vivo que lo divide con un conjunto residencial privado.

Se encuentra en la intersección de 2 calles principales (calle 5ta y carrera 44) de la ciudad con un alto tráfico durante casi todas las horas del día, aunque, desde las 6:00 p.m. Este disminuye pues la población del área de trabajo es flotante pues el

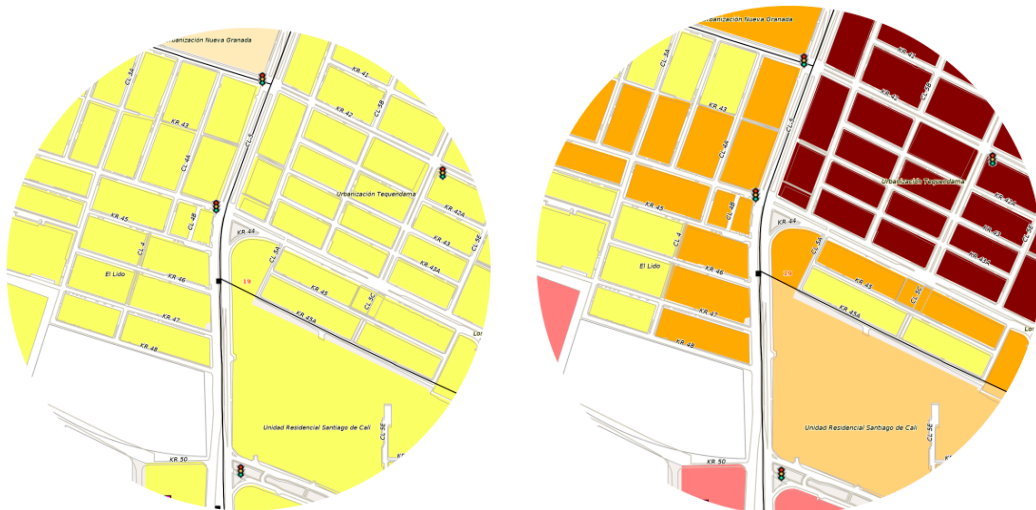
barrio es principalmente residencial y sus usos diurnos son empresariales y de salud. El lote cuenta con un área libre de 6205 M2, sin embargo el área útil del lote es de 5955 M2 en primer piso. En cuanto a su topografía tiene una pendiente leve con una diferencia transversal de 1.3 metros de altura y longitudinalmente con muy pocas variaciones en altura.



### Localización proyecto

Gráfica No.27 Elaboración propia

### 3.3. Normativa del proyecto



Gráfica No.28 y 29 Tomado de <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/3560/idesc/> - Geoportal IDESC - Geovisor (28) <https://idesc.cali.gov.co/geovisor.php> - POT 2014 - Norma Urbana - Edificabilidad indice de construccion base // (29) <https://idesc.cali.gov.co/geovisor.php> - POT 2014 - Norma Urbana - Edificabilidad indice de construccion adicional

### 3.3.1. Índice de construcción base: 1.7

### 3.3.2. Índice de construcción adicional: 2.5

### 3.3.3. Índice de construcción

ÁREAS MIXTAS (CENTRALIDADES Y CORREDORES)				
Proyectos por usos	Residencial		Comercio y servicios	Mixtos
	Unifamiliares	Multifamiliares		
Tamaño de predios (m <sup>2</sup> )				
Hasta 80	0.8			
81 – 250	0,7	0,7	0,75	0,8
251 – 1000	N.A.	0,7	0,75	0,8
1001 – 3000	N.A.		0,6	0,7
3001 – 5000	N.A.		0,5	0,6
5001 – 10000	N.A.		0,5	0,5
10001 - 20000	N.A.		0,5	0,5
más de 20000	N.A.		0,5	

Tabla No. 01 Tomada de <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/3560/idesc/> - Geoportal IDESC - Geovisor - [https://idesc.cali.gov.co/download/pot\\_2014/normas\\_volumetricas.pdf](https://idesc.cali.gov.co/download/pot_2014/normas_volumetricas.pdf)

### 3.3.4. Normas volumétricas; áreas mixtas

Número de pisos	Aislamientos posteriores
De 1 a 2 pisos	3 metros
De 3 a 5 pisos	4,5 metros
De 6 a 8 pisos	6 metros
De 9 a 10 pisos	7,5 metros
De 11 a 12 pisos	10 metros
De 13 o más pisos	1/3 de la altura

Tabla No. 02 Tomada de <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/3560/idesc/> - Geoportal IDESC - Geovisor - [https://idesc.cali.gov.co/download/pot\\_2014/normas\\_volumetricas.pdf](https://idesc.cali.gov.co/download/pot_2014/normas_volumetricas.pdf)

### 3.3.5. Aislamientos Posteriores

Número de pisos	Aislamientos laterales
De 1 a 3 pisos	0 metros
De 4 a 8 pisos	4 metros
De 9 a 11 pisos	7 metros
De 12 a 13 pisos	9 metros
De 14 o más pisos	1/3 de la altura

Tabla No. 03 Tomada de <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/3560/idesc/> - Geoportal IDESC - Geovisor - [https://idesc.cali.gov.co/download/pot\\_2014/normas\\_volumetricas.pdf](https://idesc.cali.gov.co/download/pot_2014/normas_volumetricas.pdf)

### 3.3.6. Aislamientos laterales / Aislamientos en agrupaciones;

Artículo 354. Normas Volumétricas Generales para los Tratamientos Urbanísticos de Consolidación, Renovación Urbana y Desarrollo, apartado 3. “Los aislamientos mínimos entre edificaciones pertenecientes a una agrupación se regirán por las

siguientes disposiciones: Para agrupación horizontal: aislamiento posterior tres (3) metros respecto al lindero de cada predio. Para agrupación vertical:

b. Edificaciones de seis (6) a diez (10) pisos: entre culatas cuatro (4) metros, entre culata y fachada cinco metros y medio (5.5), y entre fachadas siete (7) metros.

c. Edificaciones de once (11) a quince (15) pisos: entre culatas cinco (5) metros, entre culata y fachada seis metros y medio (6.5), y entre fachadas ocho (8) metros.

d. Edificaciones de dieciséis (16) a veinte (20) pisos: entre culatas seis (6) metros, entre culata y fachada siete metros y medio (7.5), y entre fachadas diez (10) metros”



Gráfica No.30 y 31 Tomado de <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/3560/idesc/> - Geoportal IDESC - Geovisor (30) <https://idesc.cali.gov.co/geovisor.php> - POT 2014 - Norma Urbana - Areas de actividad // (31) <https://idesc.cali.gov.co/geovisor.php> - POT 2014 - DAGMA - Arbolado urbano - Arboles por cada 1.000 habitantes / Censo arboreo

**3.3.7. Área de actividad:** Uso mixto

**3.3.8. Censo arbóreo:** Mango, Chiminangos, Guayacanes, Ceiba, palmas

Basado a las normas volumétricas establecidas en el P.O.T. del 2014 de Cali, con el área útil del lote de 5955 M2 y un índice de construcción base de 1.7 se pueden edificar 10,123.5 M2; sin embargo, con el índice de construcción adicional, se

pueden construir otros 14,887.5 M2; dejando un índice de construcción tope de 4.2 veces el área del lote, significando 25,011 M2 construibles en este lote.

### 3.3.9. Total de M2 construibles

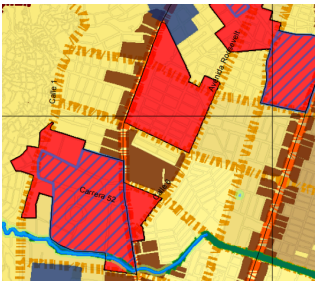
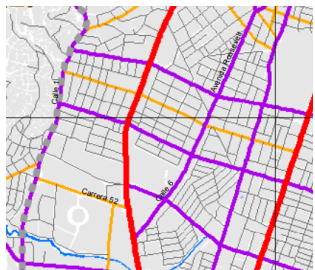
Área del lote	7849,05
Área útil lote	5955,91
Índice de construcción base (Norma)	1,7
Índice de construcción adicional (Norma)	2,5
Total M2 construibles	10125,047
Total M2 construibles + I.C.Adicional	<b>25014,822</b>

Tabla No. 04 total de M2 construibles con base a información recolectada del POT 2014

## 3.4. Análisis gráfico del área de trabajo

### 3.4.1. normativa del área de trabajo

Basado en los mapas del P.O.T. 2014 se evidencian distintos sistemas en función al predio de trabajo, pues al estar en una zona de equipamientos, se encuentra con una amplia capacidad de conexión de diferentes transportes, al estar ubicado en un corredor estratégico socio económico, es propicio para el desarrollo de actividades de comercio y servicios fomentando el desarrollo del centro urbano en propuesta.

	<p><b>Modelo de ordenamiento:</b> Corredor estratégico socioeconómico</p>
	<p><b>Jerarquización vial:</b> Calle 5ta: vía arteria principal Carrera 44: vía arteria secundaria</p>

	<p><b>Ciclorutas</b> Ciclocarril existente. Proyección de parqueadero de bicicletas en estación del M.I.O.</p>
	<p><b>Sistema integrado de transporte M.I.O.</b> Estación Lido / troncal mío Contiguo a terminal intermedia de Cañaveralejo.</p>
	<p><b>Sistema de equipamientos</b> Equipamientos de salud Cerca a coliseo del pueblo (Deportivo)</p>
	<p><b>Centralidades y corredores de actividad</b> Ciudad médica, Unidad deportiva Corredor urbano de uso comercial y servicios tipo 1</p>

## Mapas de información

Tabla No. 05; mapas de información área de trabajo acuerdo 0373 POT 2014

### 3.4.2. Volumetrías adyacentes



#### Volúmenes continuos al área de trabajo

Gráfico No.32 Elaboración propia

- Vivienda Unifamiliar 1-2 pisos
- Vivienda multifamiliar 4-5 pisos
- Uso mixto 3-4 pisos
- Uso comercial 2 pisos

El área de trabajo está inmersa en entre dos tipologías de vivienda (vivienda unifamiliar y vivienda multifamiliar), con vivienda en baja altura con adosada de alta densidad y vivienda en altura (5 pisos) adosada de baja densidad; Adicionalmente, sobre la calle 5ta (occidental del lote) se encuentra una área comercial de alta densidad pero de baja altura, que se complementa con demás volúmenes de 3-4 pisos con usos mixtos sobre la carrera 44, con unos comerciales, servicios y centros de salud que activan la zona frecuentemente.

### 3.4.3. Vegetación existente



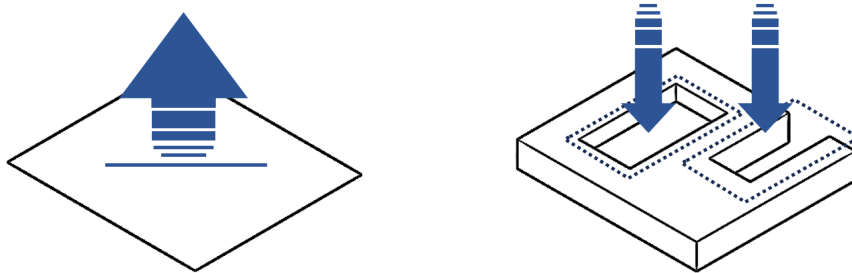
#### Vegetación existente en el área de trabajo

Gráfico No.33 Elaboración propia

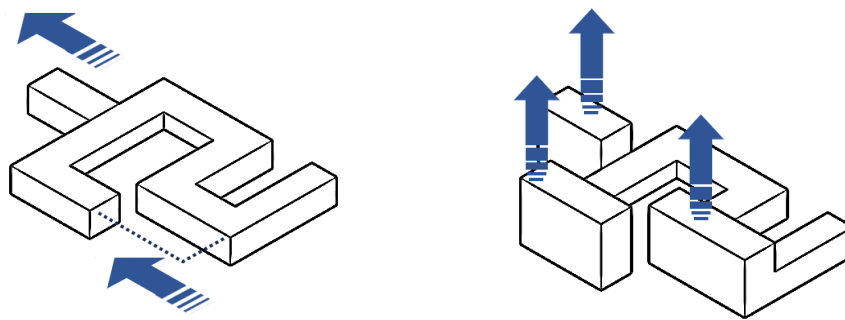
El área de trabajo se evidencian varias razas de árboles como Mango, Chiminangos, Guayacanes, Ceibas y palmas; dónde se logra tener una mayor densidad arbórea entre las calles de las viviendas de baja altura, entre las torres multifamiliares en el lado oriental del proyecto y sobre el separador vial de la carrera 44. Sin embargo sobre la calle 5ta se nota una vegetación menos frondosa con algunas excepciones, debido a la ampliación y adecuación de sendas peatonales.

## RESULTADOS

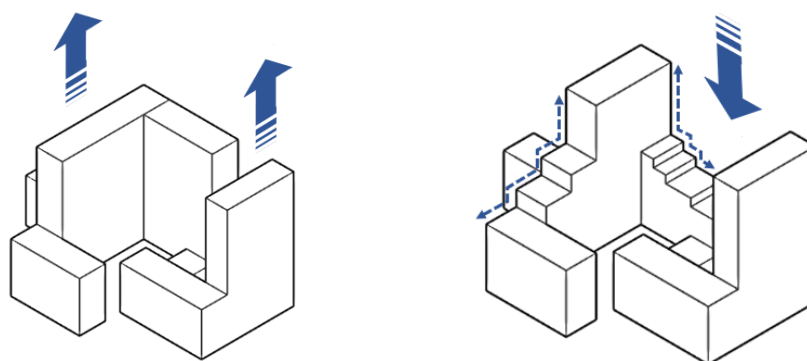
### 1.1. Proceso volumétrico



Plano inicial, sube volumétricamente y se extraen los patios del volumen completo contemplando la vegetación existente para iniciar con la adaptación de la forma a este.



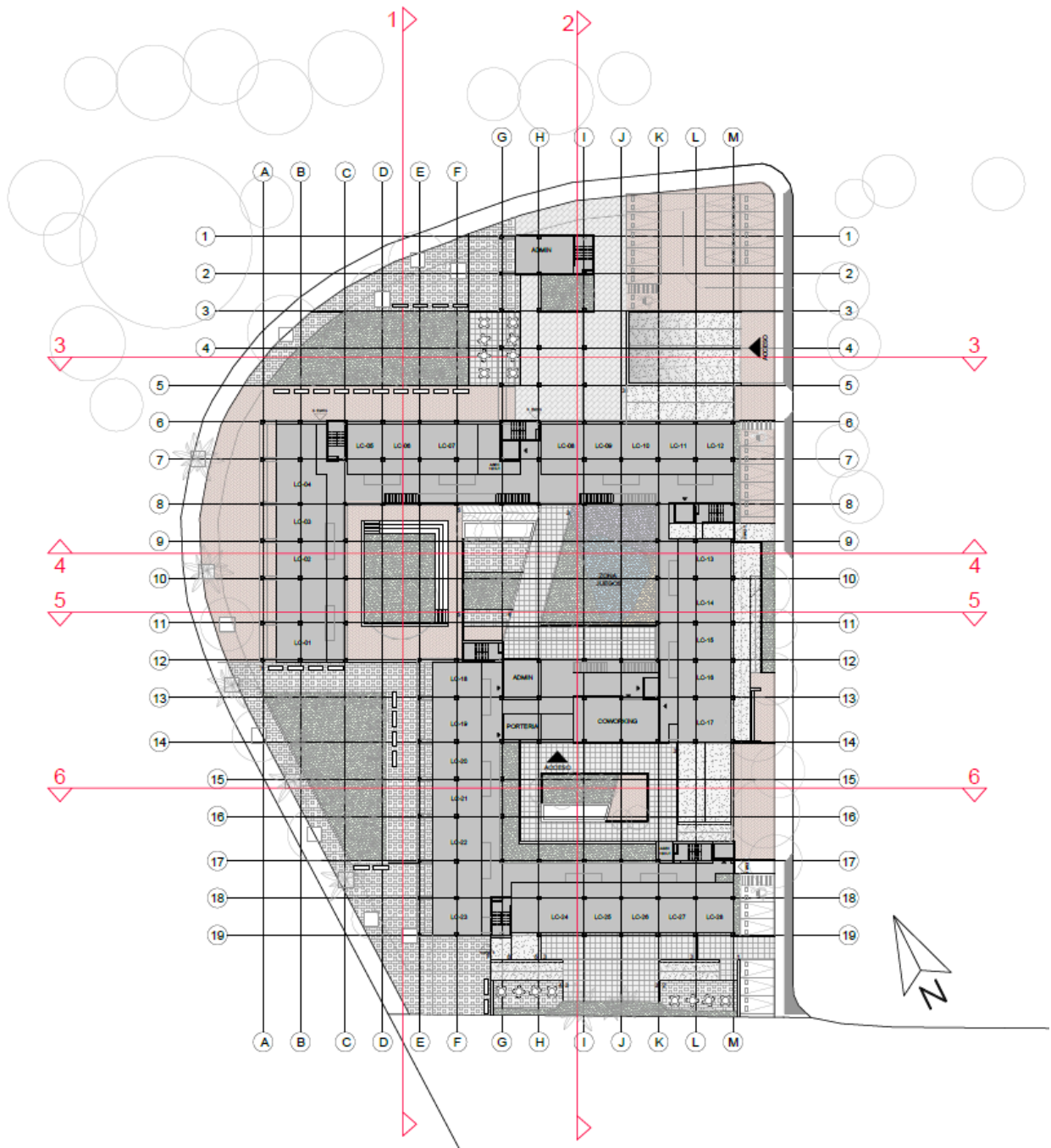
Prolongación y extracción de volúmenes complementarios, en busca de una mejor integración con el entorno inmediato. suben en altura los volúmenes frente a la calle 5ta en busca de una escala más humana.



Adición en gran altura los volúmenes de torres, dónde se concentra la mayor parte de las unidades de vivienda, para finalmente cortar los volúmenes con un escalonamiento adaptándose de una mejor manera al entorno inmediato del área de trabajo.

## 2.1. Plantas arquitectónicas

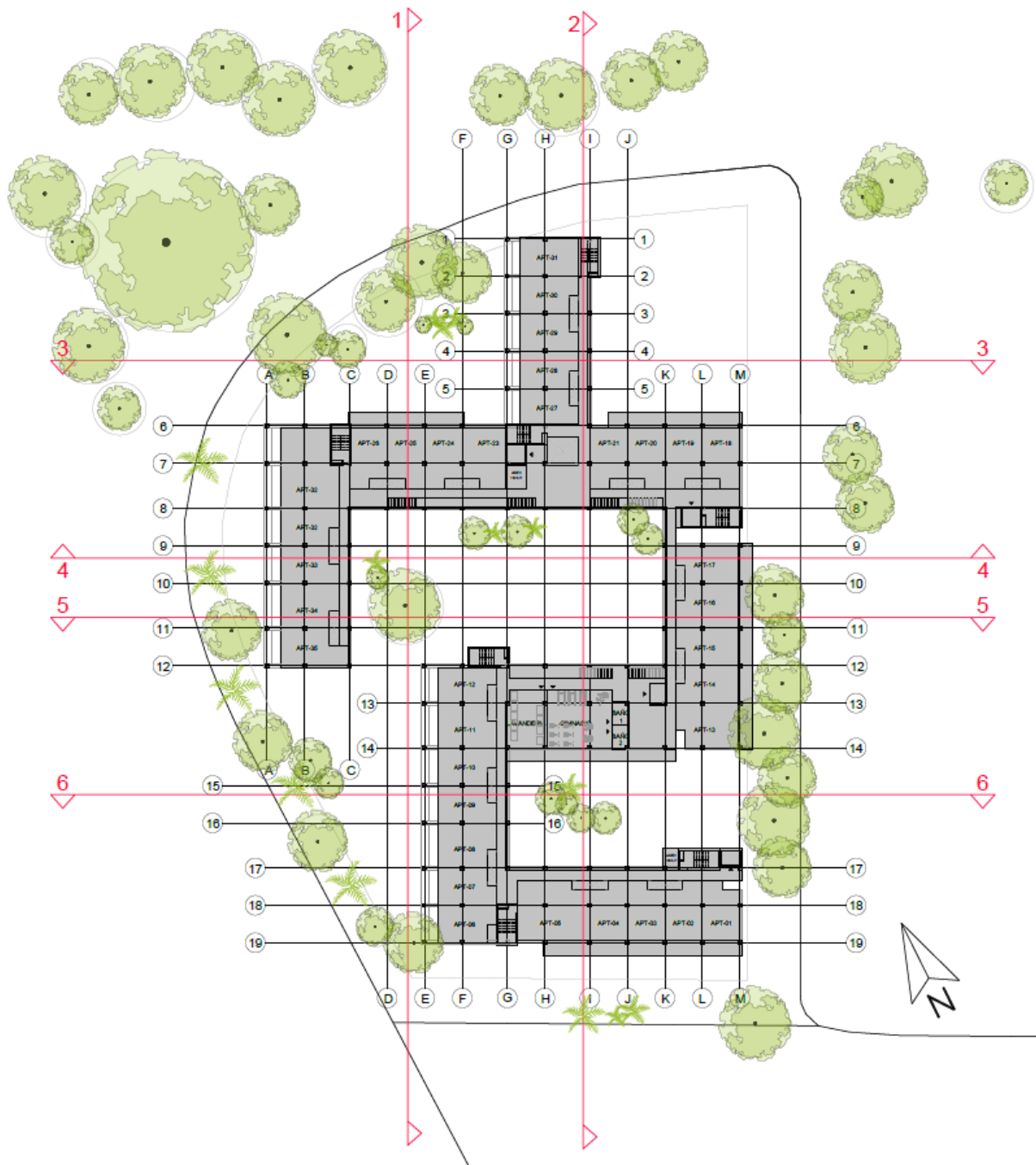
### 2.1.1 Planta de 1er piso



### Planta de urbana - 1er piso

Gráfico No.34 Elaboración propia - planta 1er piso

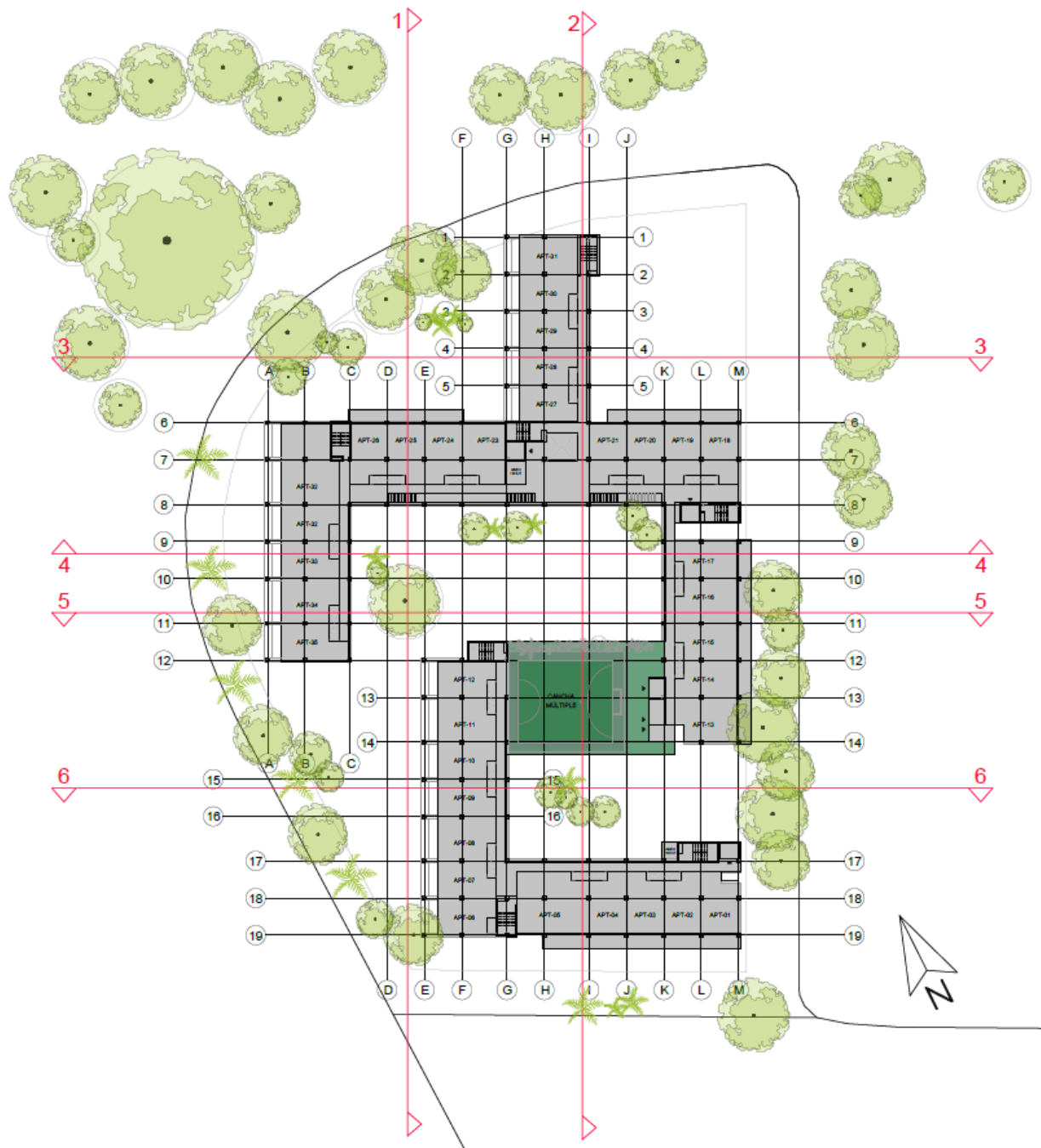
## 2.1.2. Planta 2do y 3er piso



### Planta tipo - 2do y 3er piso

Gráfico No.35 Elaboración propia - planta tipo de 2do y 3er piso

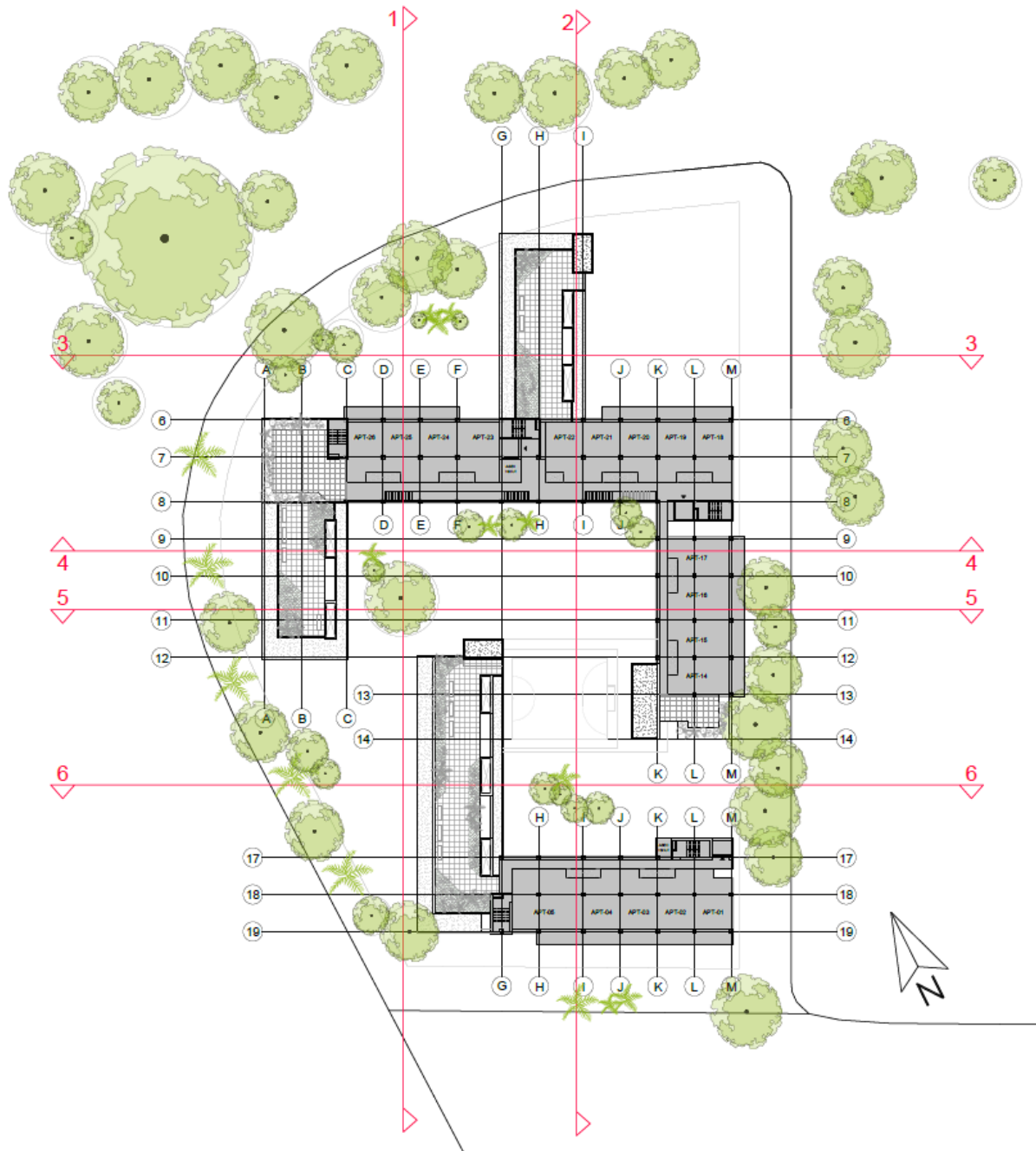
## 2.1.3. Planta 4to piso



## Planta 4to piso

Gráfico No.36 Elaboración propia - planta 4to piso

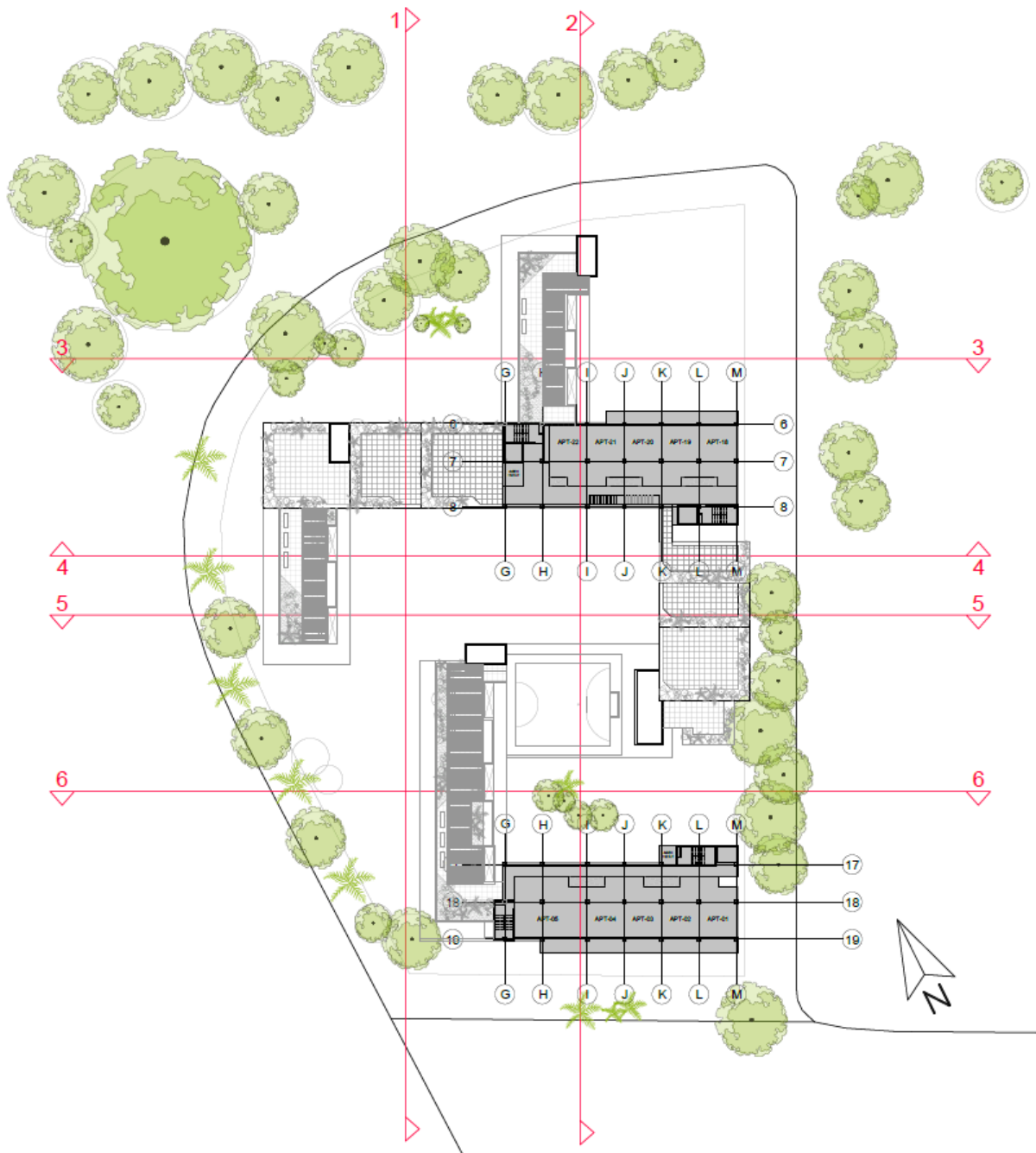
## 2.1.4. Planta 7mo piso



## Planta 7mo piso

Gráfico No.37 Elaboración propia - planta 7mo piso

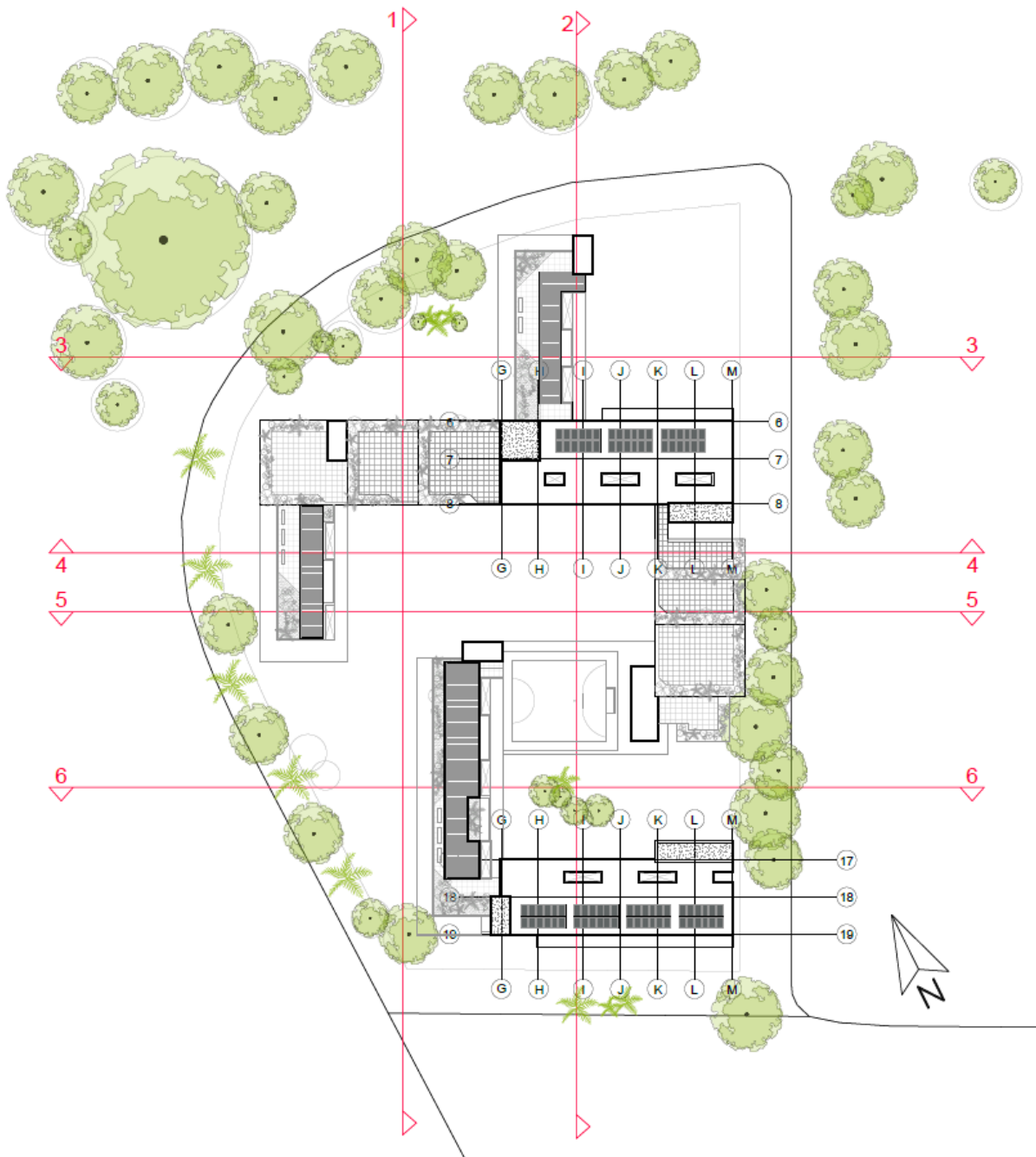
## 2.1.5. Planta 10mo a 16avo piso



## Planta tipo - 10mo a 16avo piso

Gráfico No.38 Elaboración propia - planta 10mo a 16avo piso

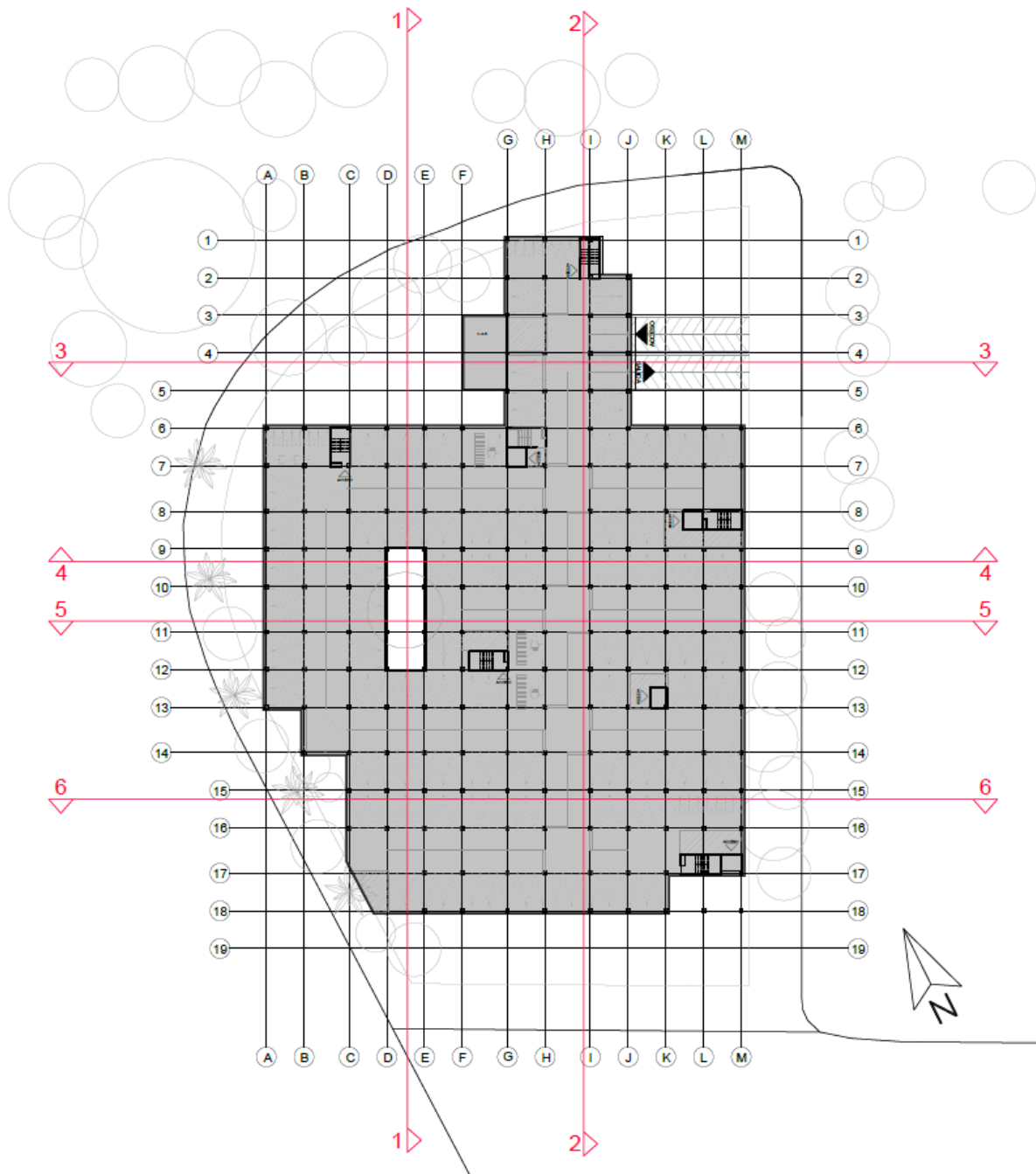
## 2.1.6. Planta de cubierta



## Planta de cubierta

Gráfico No.39 Elaboración propia - planta de cubierta

## 2.1.7. Planta sótano

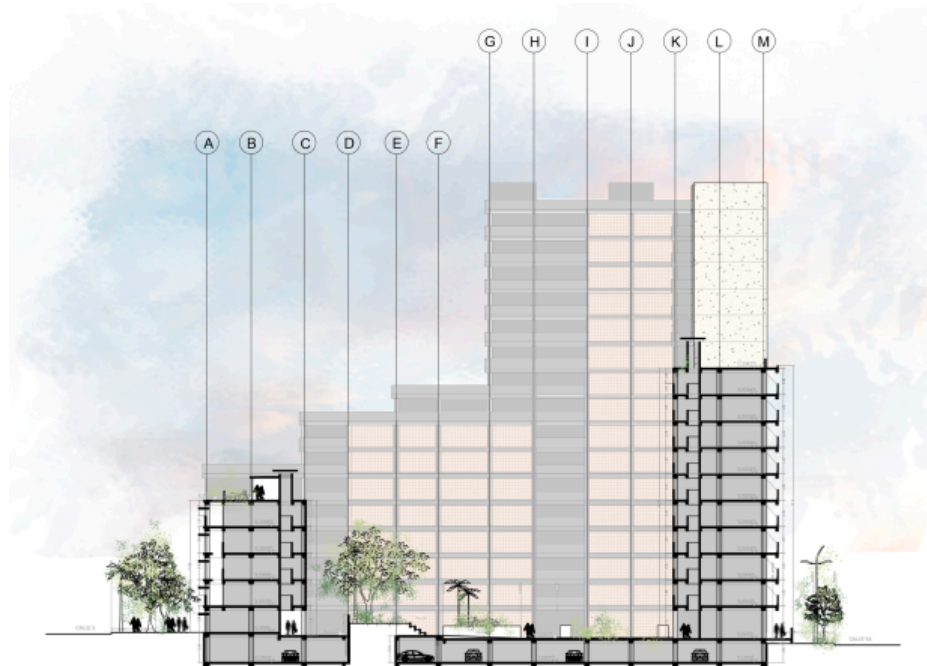


## Planta de sótano

Gráfico No.40 Elaboración propia - planta de sótano

## 2.2. Cortes arquitectónicos

### 2.2.1. Corte transversal 04



### Corte transversal 04

Gráfico No.41 Elaboración propia - corte transversal 04

### 2.2.2. Corte transversal 06



### Corte transversal 06

Gráfico No.42 Elaboración propia - corte transversal 06

### 2.2.3. Corte transversal 03



### Corte transversal 03

Gráfico No.43 Elaboración propia - corte transversal 03

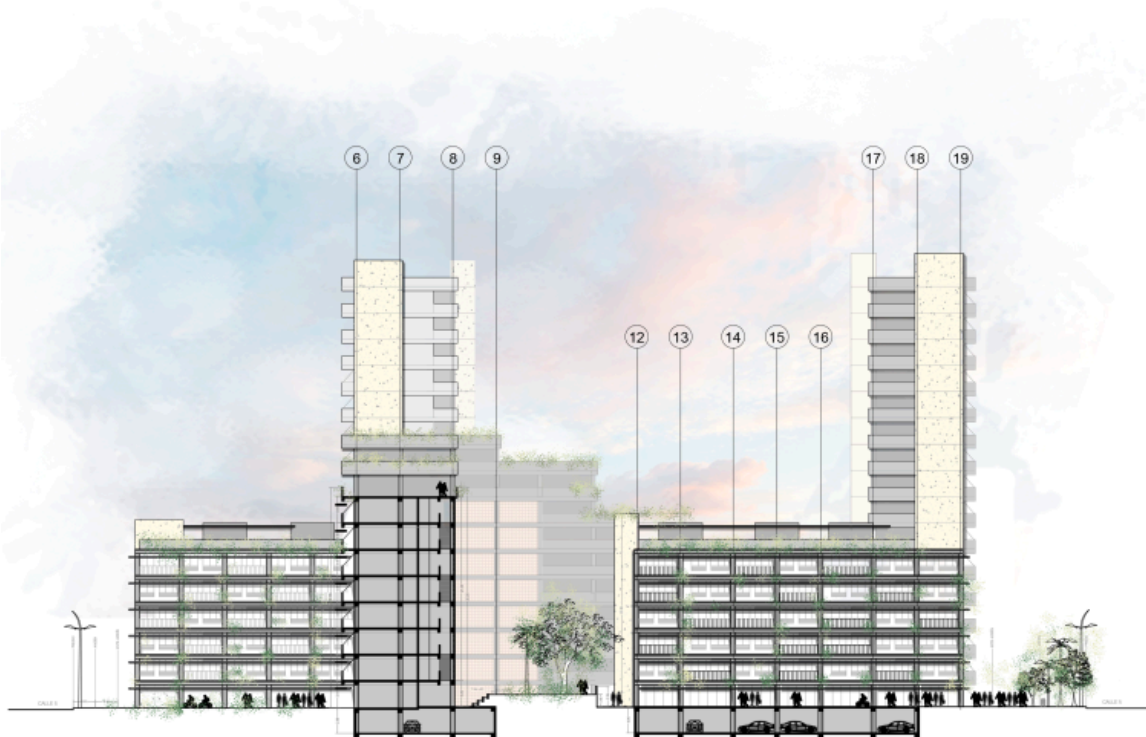
### 2.2.4. Corte transversal 05



### Corte transversal 05

Gráfico No.44 Elaboración propia - corte transversal 05

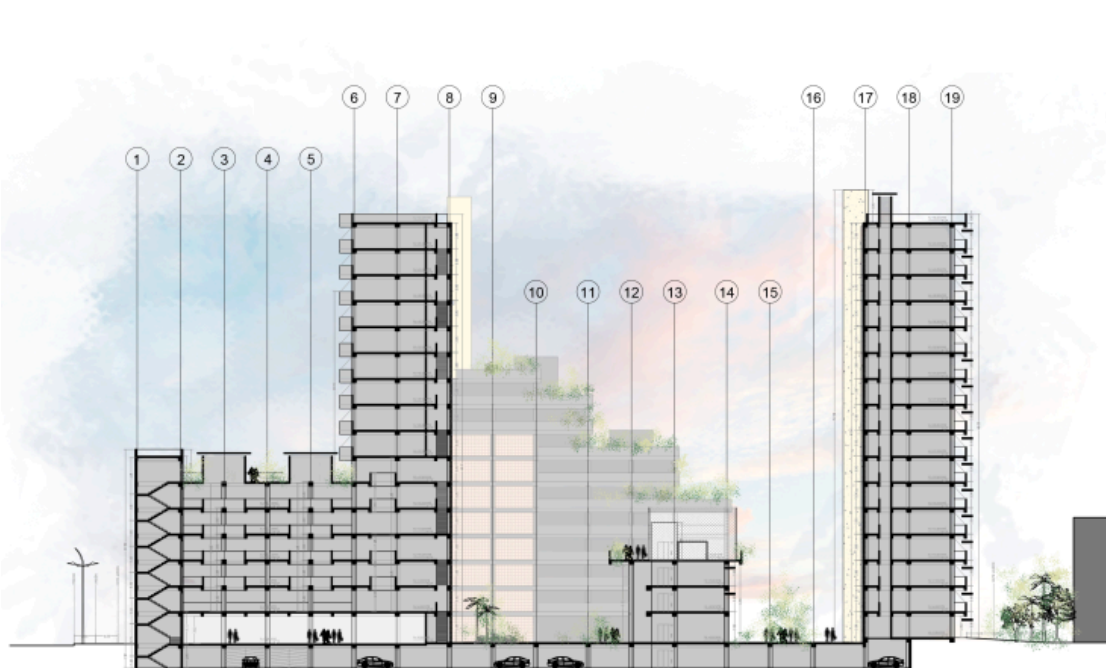
### 2.2.5. Corte longitudinal 01



### Corte transversal 01

Gráfico No.45 Elaboración propia - corte transversal 01

### 2.2.6. Corte longitudinal 02

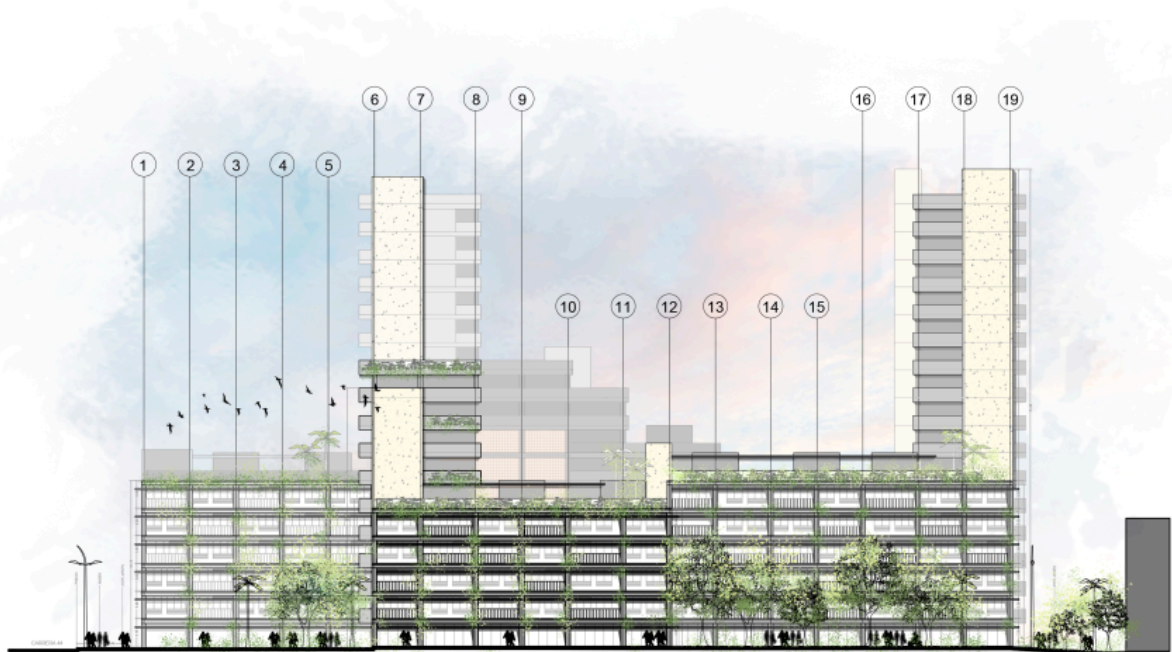


### Corte transversal 02

Gráfico No.46 Elaboración propia - corte transversal 02

## 2.3. Fachadas arquitectónicas

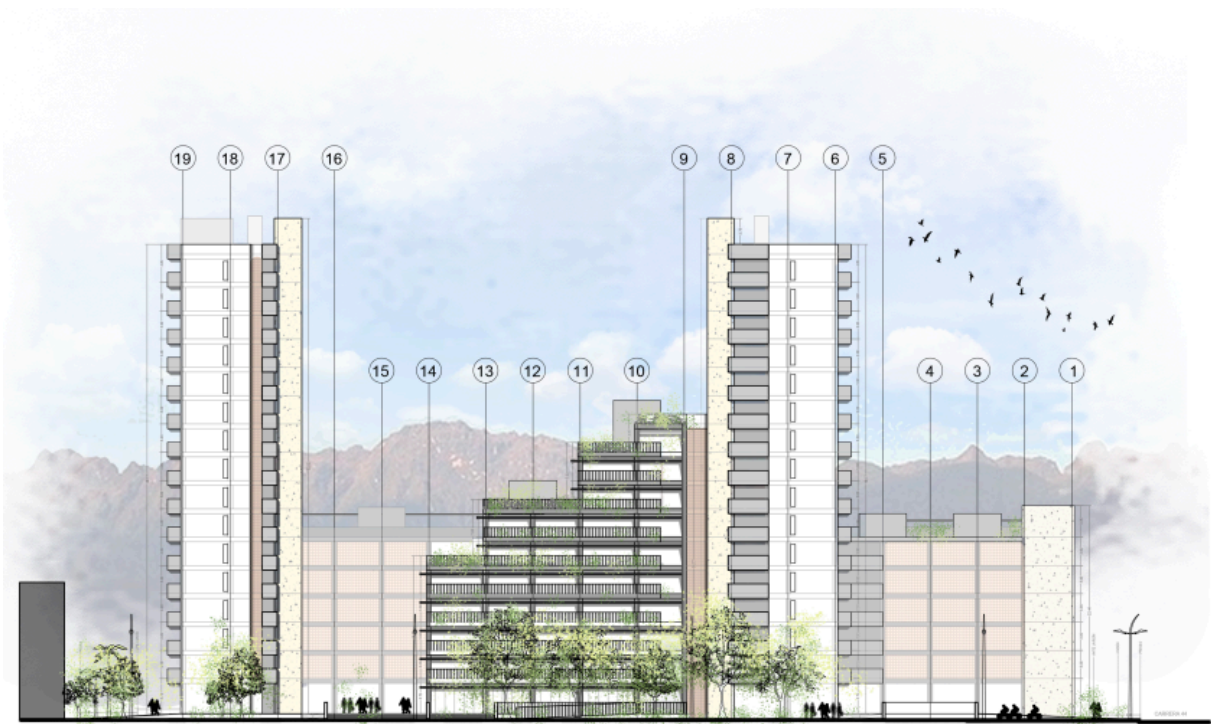
### 2.3.1. Fachada oeste



### Fachada oeste

Gráfico No.47 Elaboración propia - Fachada oeste

### 2.3.2. Fachada este



### Fachada este

Gráfico No.48 Elaboración propia - Fachada este

### 2.3.3. Fachada norte

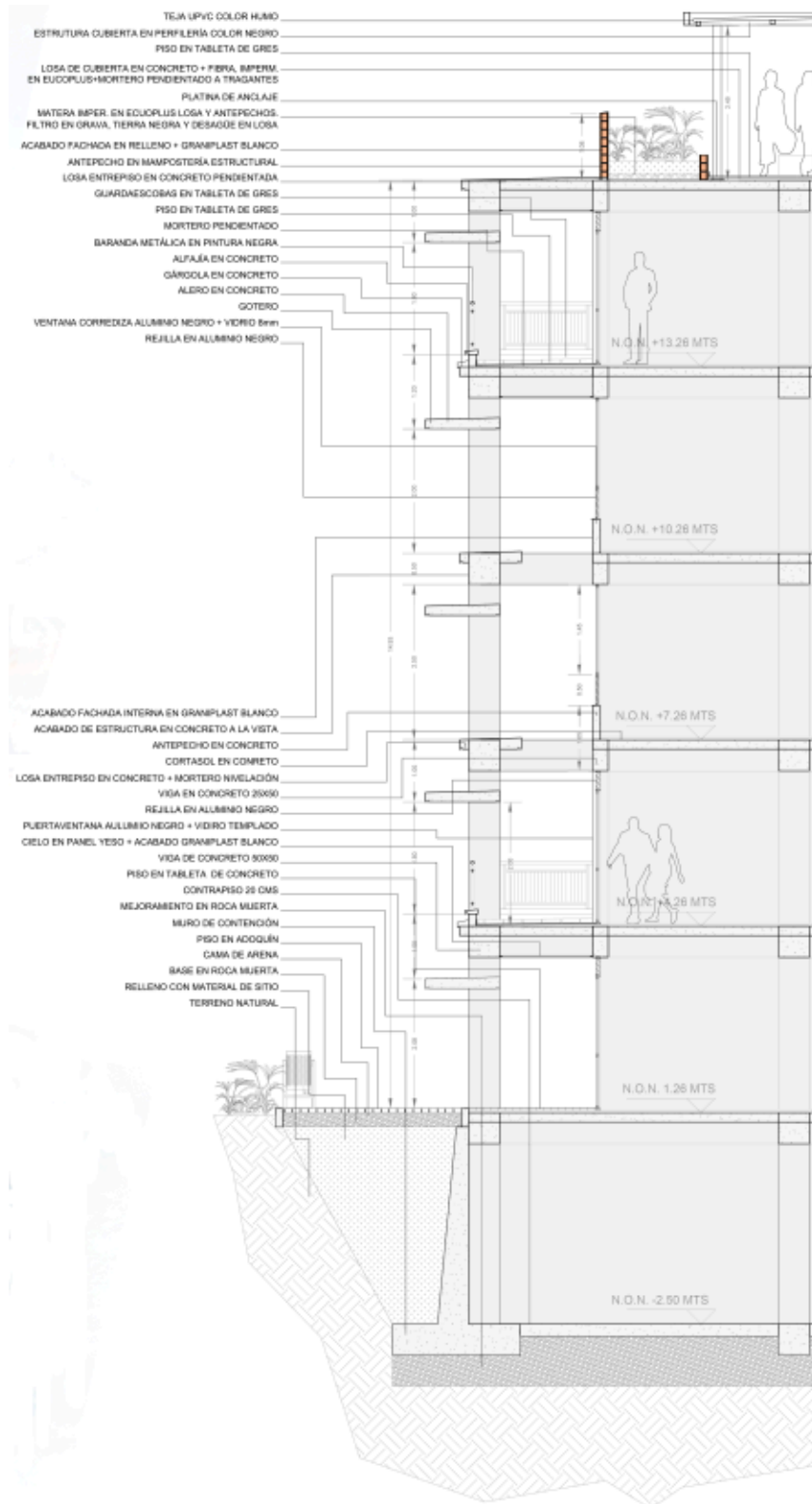


### Fachada norte

Gráfico No.49 Elaboración propia - Fachada norte

## 2.4. Cortes de fachada

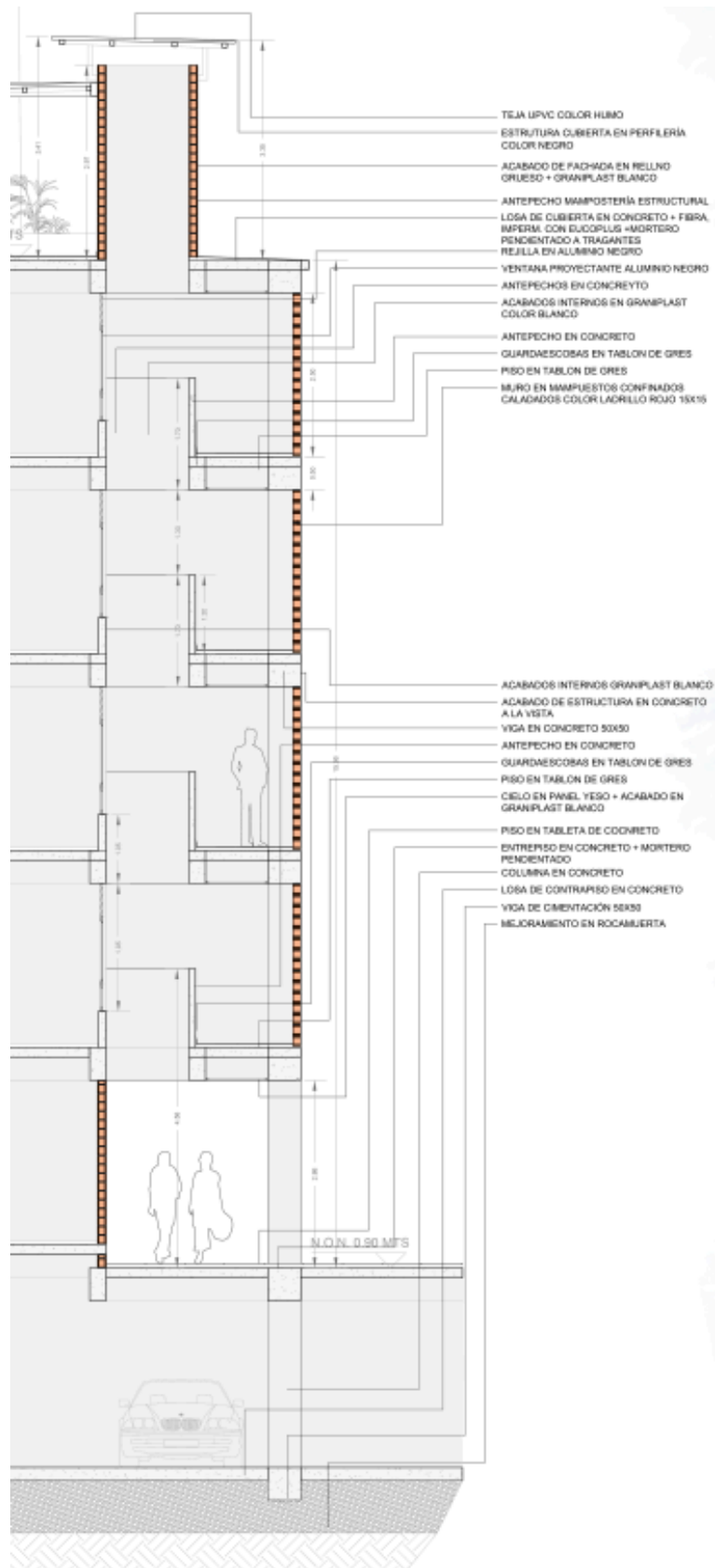
### 2.4.1. Corte de fachada externa



Corte de fachada externa

Gráfico No.60 Elaboración propia - corte de fachada externa

## 2.4.2. Corte de fachada externa



## Corte de fachada interna

Gráfico No.61 Elaboración propia - corte de fachada interna

## 2.5. Tipologías de unidades de vivienda

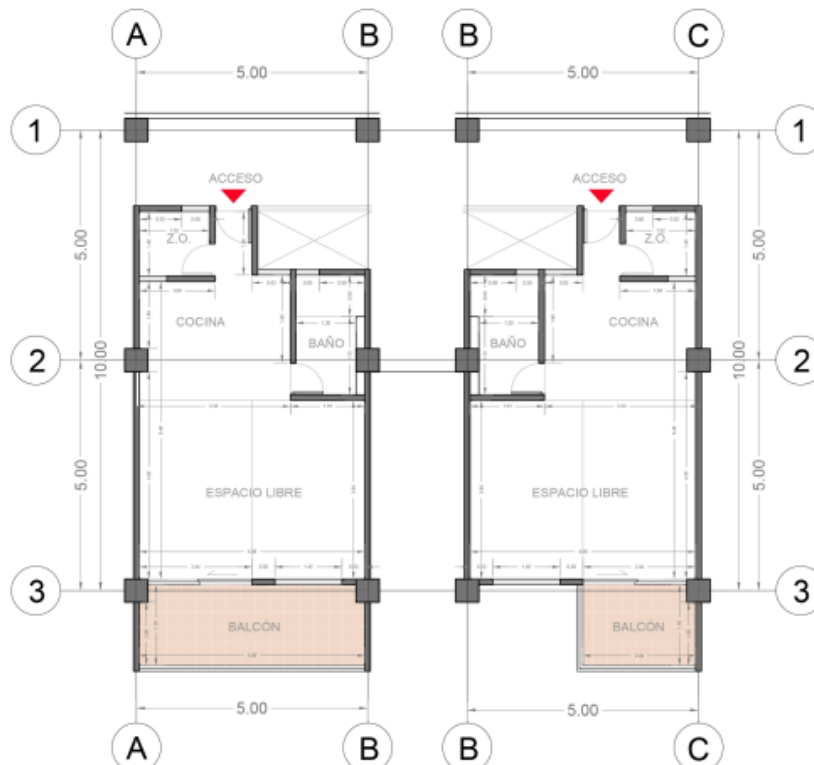
### 2.5.1. Unidades de vivienda con fachada hacia el oeste



### Unidades de vivienda con fachada hacia el oeste

Gráfico No.62 Elaboración propia - planta unidades de vivienda con fachada occidental

### 2.5.2. Unidades de vivienda con fachada hacia el este, norte y sur



Unidades de vivienda con fachada hacia el este, norte y sur

Gráfico No.63 Elaboración propia - planta unidades de vivienda con fachada oriental.

### 3.1. Estrategias de control de ventilación natural.

Con base al promedio anual; durante la mayor parte del tiempo del día se presentan vientos provenientes desde el sur y suroccidente con la mayor velocidad aunque con diferentes temperaturas; asimismo vientos desde el norte con alta velocidad con menos frecuencia. Para las horas de la mañana entre 8:00 a.m. y 1:00 p.m., el viento proviene principalmente desde el suroccidente de la ciudad con un mayor debilidad, en contraposición entre las 4:00 p.m. y 8:00 p.m. el viento con una mayor intensidad proviene desde el nororiente de la ciudad, aunque entre las 2:00 p.m. y 5:00 p.m el viento con baja frecuencia proviene desde el occidente, noroccidente y norte para ir rotando hasta llegar al nororiente con una mayor frecuencia. Adicionalmente, entre las 9:00 p.m y 6:00 a.m. el viento sopla desde el suroriente y desde el sur con una alta ocurrencia.

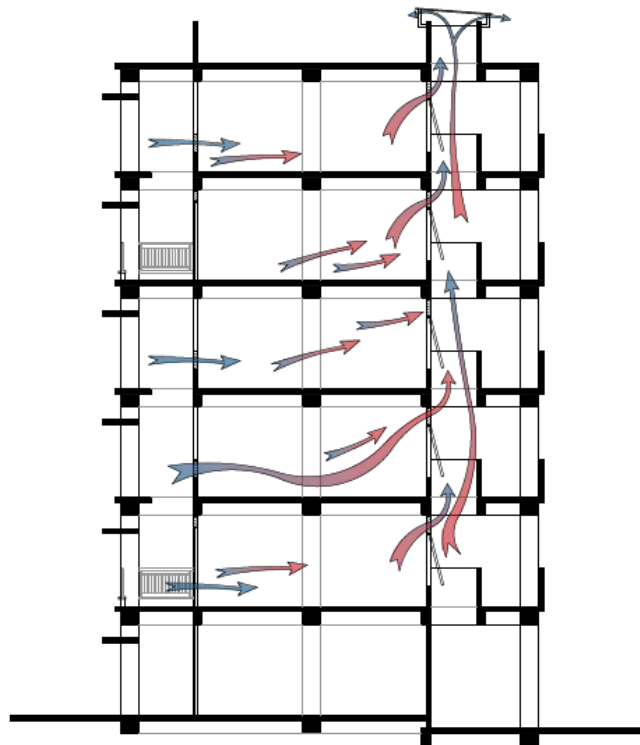


Dirección del viento sobre proyecto

Gráfico No.64 Elaboración propia; Promedio anual de dirección y velocidad del viento en el sur de la ciudad de Cali - Colombia. Tomado de CLIMATE CONSULTANT - archivo climático UniValle - 2023 - Elaboración propia.

Las torres, señaladas en verde, captarán la mayor cantidad de viento pues tienen menos obstrucciones, creando sombras en las torres bajas, sin embargo con la disposición de los volúmenes ayudará a captar el viento natural en todos los módulos del proyecto. Con esto se busca captar la mayor cantidad de viento sin generar discomfort dentro de las unidades de vivienda en todos los pisos. Para esto, se implementaran estrategias de control pasivas tanto en diseño de espacios como en los elementos arquitectónicos dispuestos en las unidades de vivienda.

- Sifón térmico en patios.

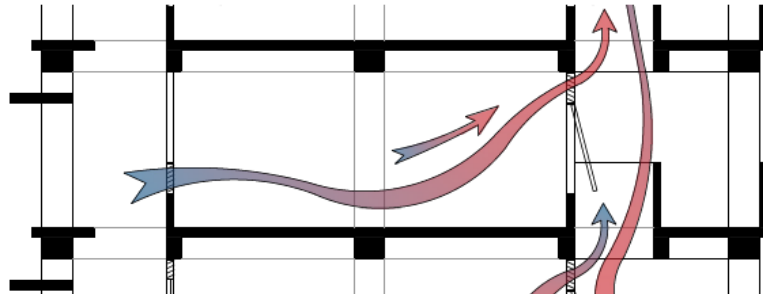


### Sifón térmico

Grafico No.65 Elaboración propia - corte transversal del módulo 5 pisos con fachada hacia el occidente.

Cumple una función importante para el flujo del aire en las unidades de vivienda, pues con este se busca extraer el aire caliente de estas; producido por la diferencia de presiones con una cubierta sobre los patios que al calentarse “hala” el aire caliente, generando que los espacios vacíos sean llenados con aire mas fresco.

- Rejillas de ventilación en diseño de ventanería.

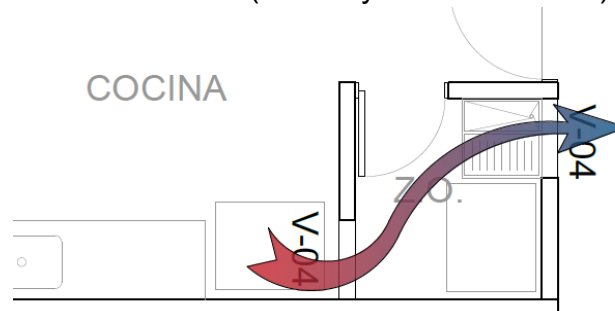


### Rejillas de ventilación

Gráfico No.66 Elaboración propia - corte transversal del módulo 5 pisos con fachada hacia el occidente.

Con las disposición de rejillas en la parte superior de las ventanas internas hacia los patios, se induce al aire caliente salir del recinto para ser llenado con aire frío, Así mismo, se implementan rejillas en la parte baja de las ventanas hacia la fachada, permitiendo el ingreso de aire desde el exterior que pueda circular por toda la unidad de vivienda.

- Rejillas fijas en zonas de servicio (cocina y zona de oficios).

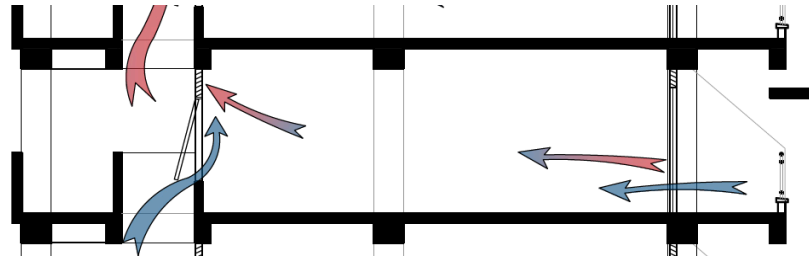


### Rejillas de ventilación en cocina y z.o.

Gráfico No.67 Elaboración propia - planta apartamento tipo

Con las rejillas fijas ubicadas en la parte alta de la cocina y zona de oficios, se induce al aire caliente de estas zonas salir de los espacios hacia la circulación externa y patios.

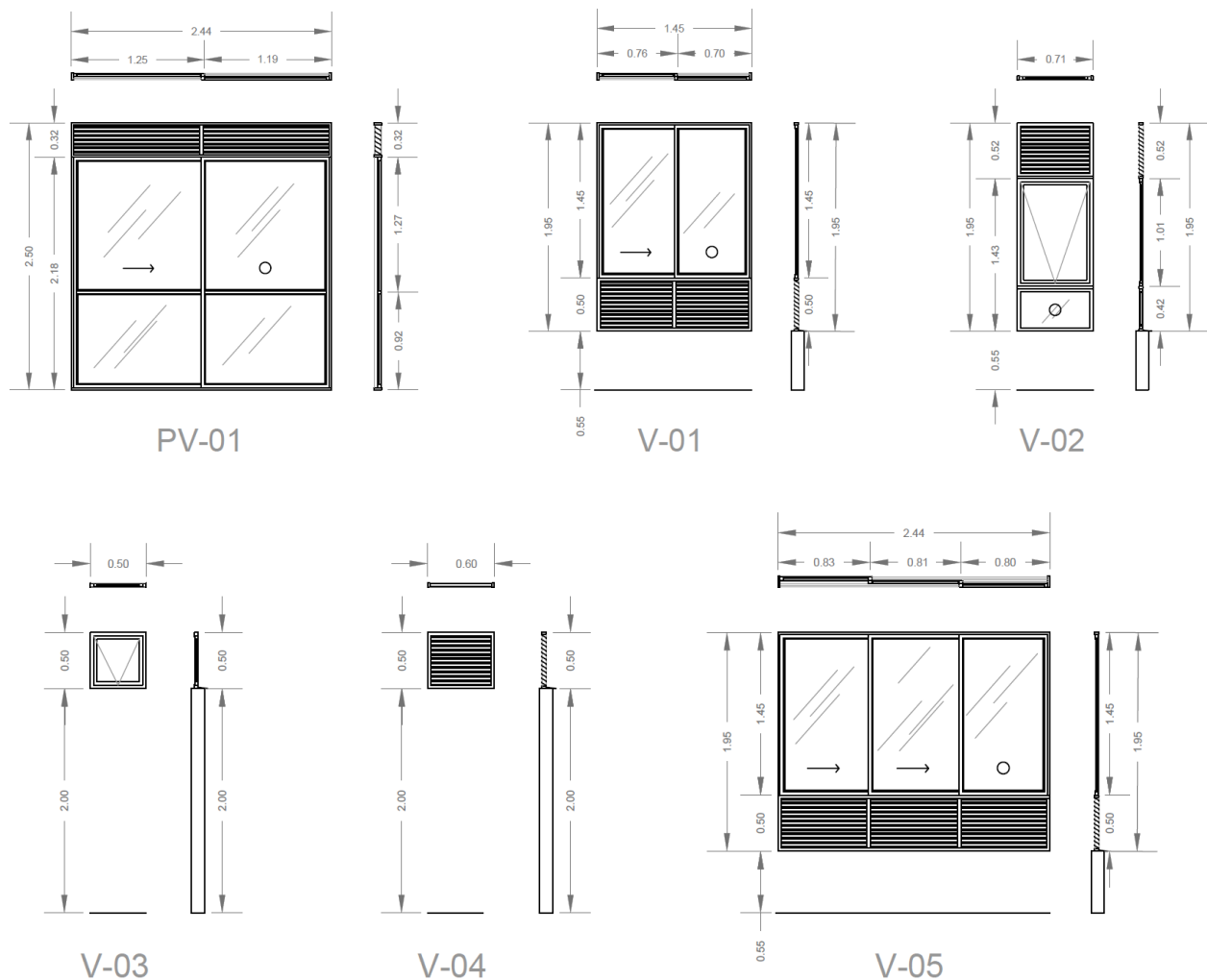
- Ventanas proyectantes para el ingreso del flujo de aire.



## Disposición de ventanas

Gráfico No.68 Elaboración propia - corte transversal del módulo 7 pisos con fachada hacia el oriente.

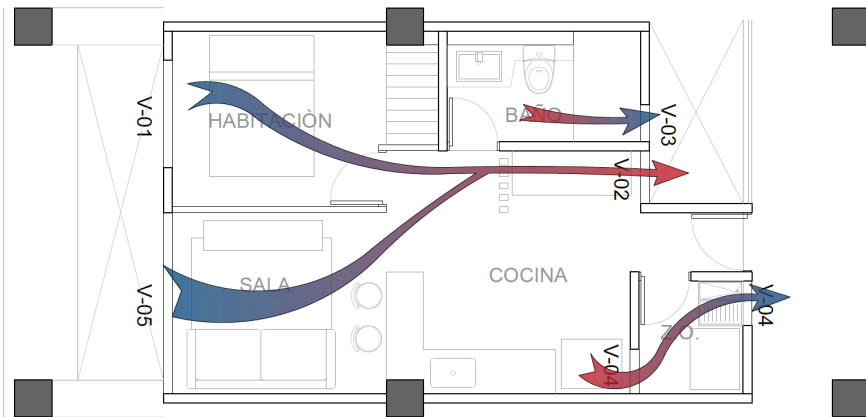
Con el implemento de ventanas proyectantes, al estar abiertas, se logra captar el flujo de aire creado por el sifón térmico creado en los patios, generando una nueva entrada de aire a las viviendas.



## Detalles de ventanería

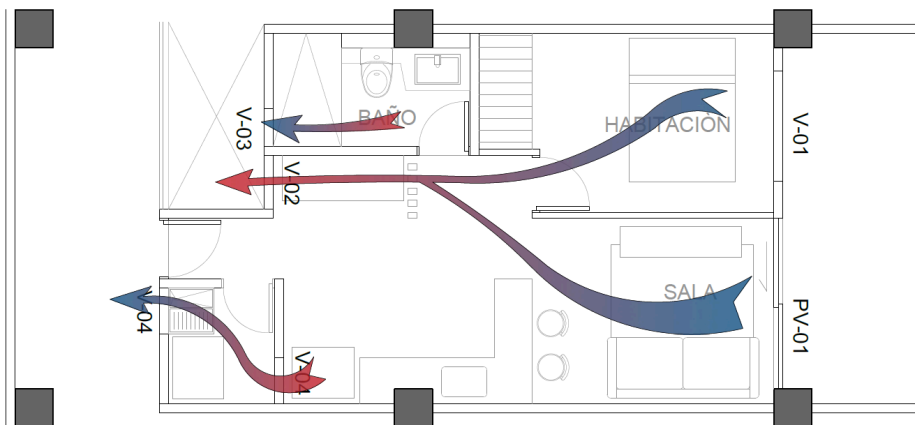
Gráfico No.69 Elaboración propia - Detalle de ventanería.

Con estas estrategias pasivas se genera un flujo de aire continuo, permitiendo renovar el aire en las unidades de vivienda continuamente reduciendo los tiempos de discomfort por las altas velocidades, olores y temperatura.



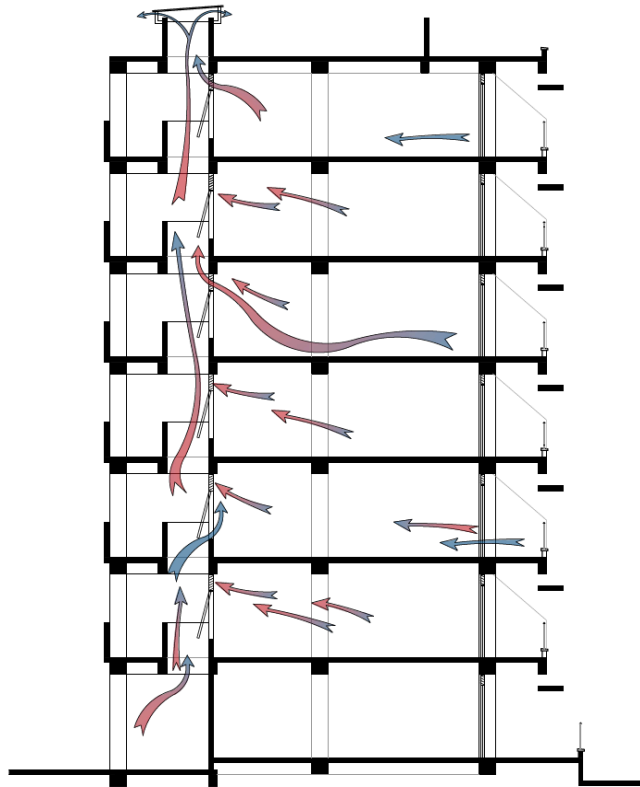
### Ventilación en planta apto tipo occidental

Gráfica No.70 Elaboración propia - planta apartamento tipo módulo con fachada occidental



### Ventilación en planta apto tipo oriental

Gráfica No.71 Elaboración propia - planta apartamento tipo módulo con fachada oriental



### Flujo de aire en torre

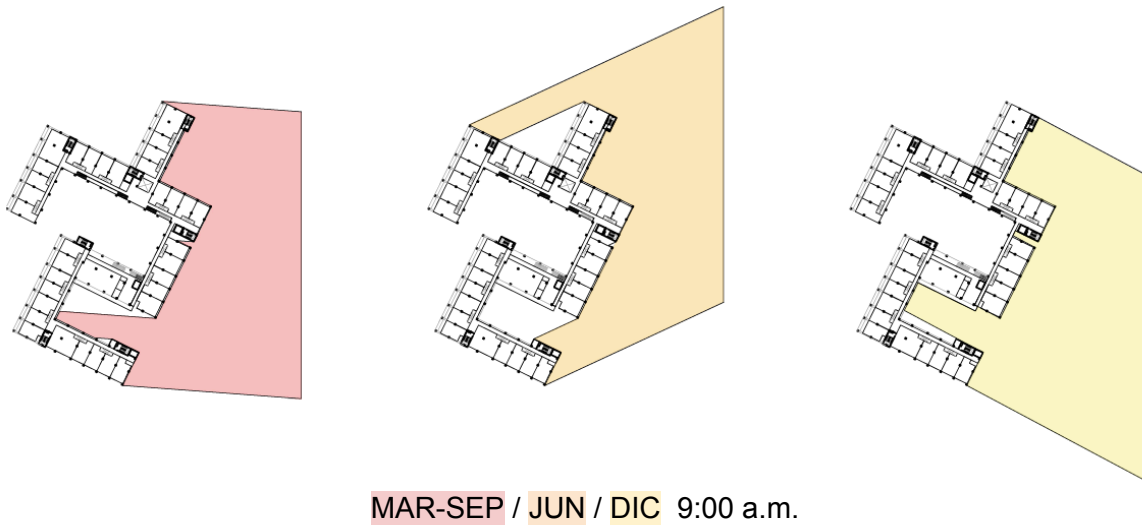
Gráfica No.72 Elaboración propia - corte transversal módulo con fachada oriental

Ingresando el aire frío por las partes bajas entre las rejillas, halando el aire caliente producido por la operación interna de las unidades de vivienda y saliendo por la parte superior por medio de las rejillas hacia el sifón térmico en cada uno de las unidades de vivienda.

## 3.2. Estrategias de control solar.

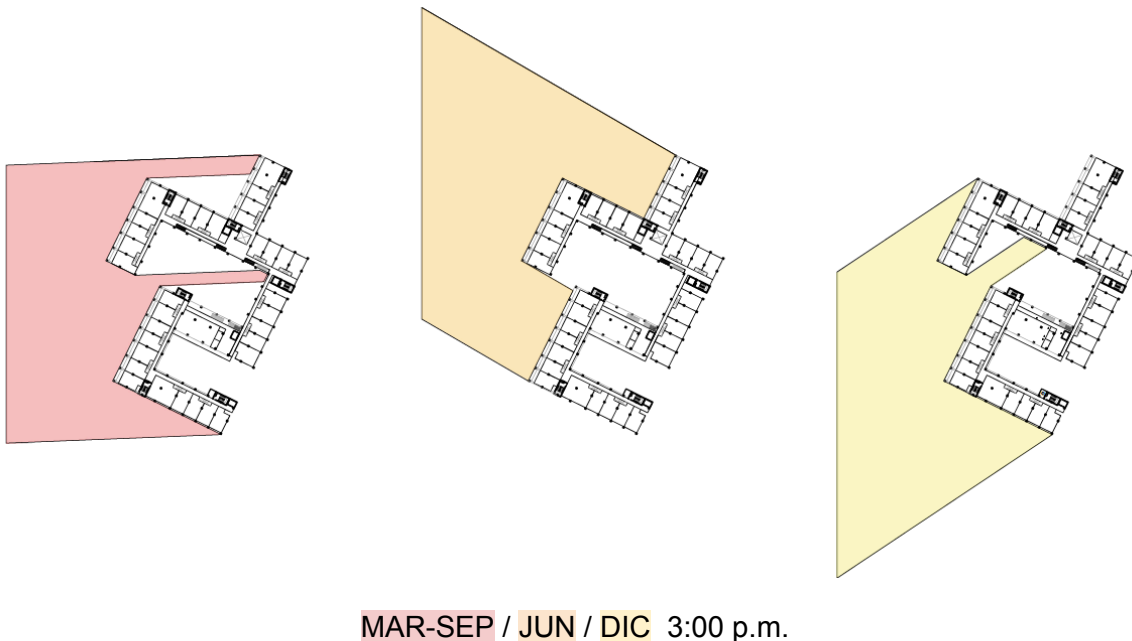
### 3.2.1. Incidencia solar y sombra

Con base a la carta solar se determina de dónde proviene el sol en distintas horas del día, con intención de evaluar los peores momentos del día, se evaluará la incidencia solar a las 9:00 a.m. y a las 3:00 p.m. - 4:00 p.m. durante los meses de marzo - septiembre, junio y diciembre



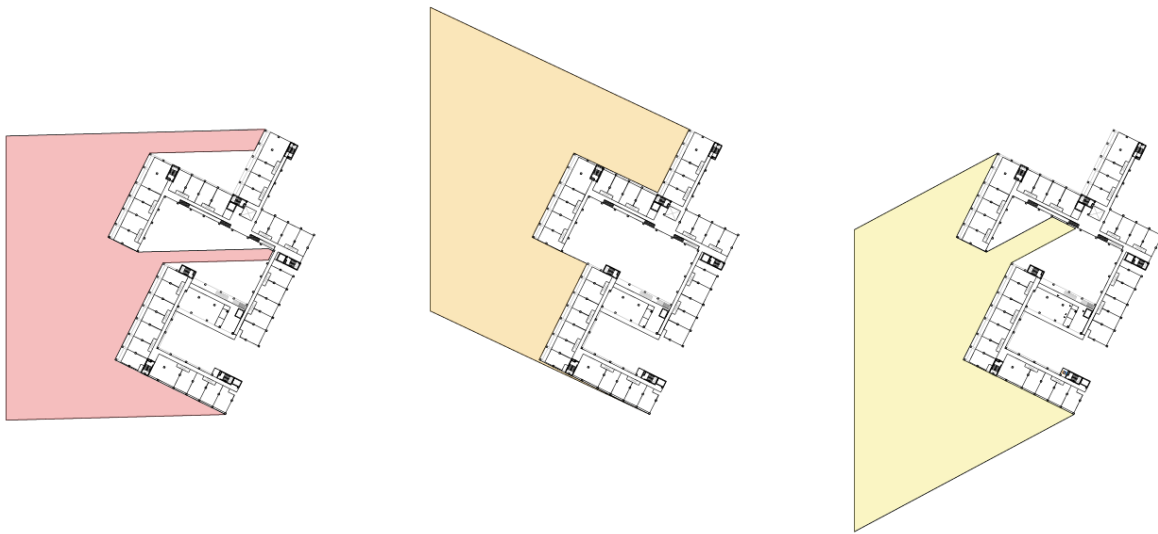
### Incidencia solar sobre proyecto 9:00 a.m.

Gráfica No.73 Elaboración propia - incidencia solar al proyecto durante los meses de marzo-septiembre, junio y diciembre respectivamente a las 9:00 a.m.



### Incidencia solar sobre proyecto 3:00 p.m.

Gráfica No.74 Elaboración propia - incidencia solar al proyecto durante los meses de marzo-septiembre, junio y diciembre respectivamente a las 3:00 p.m.



MAR-SEP / JUN / DIC 4:00 p.m.

### Incidencia solar sobre proyecto 4:00 p.m.

Gráfica No.75 Elaboración propia - incidencia solar al proyecto durante los meses de marzo-septiembre, junio y diciembre respectivamente a las 4:00 p.m.

Aunque con poca variación, el sol afecta directamente las unidades de vivienda como las zonas urbanas del proyecto a desarrollar, con esto, se proponen que los distintos volúmenes sombreen las zonas urbanas (patios, zonas comerciales, zonas comunes, zonas de convergencia) del desarrollo. Logrando obtener la mayor parte del tiempo estas zonas bajo sombra elevando el confort de estas.

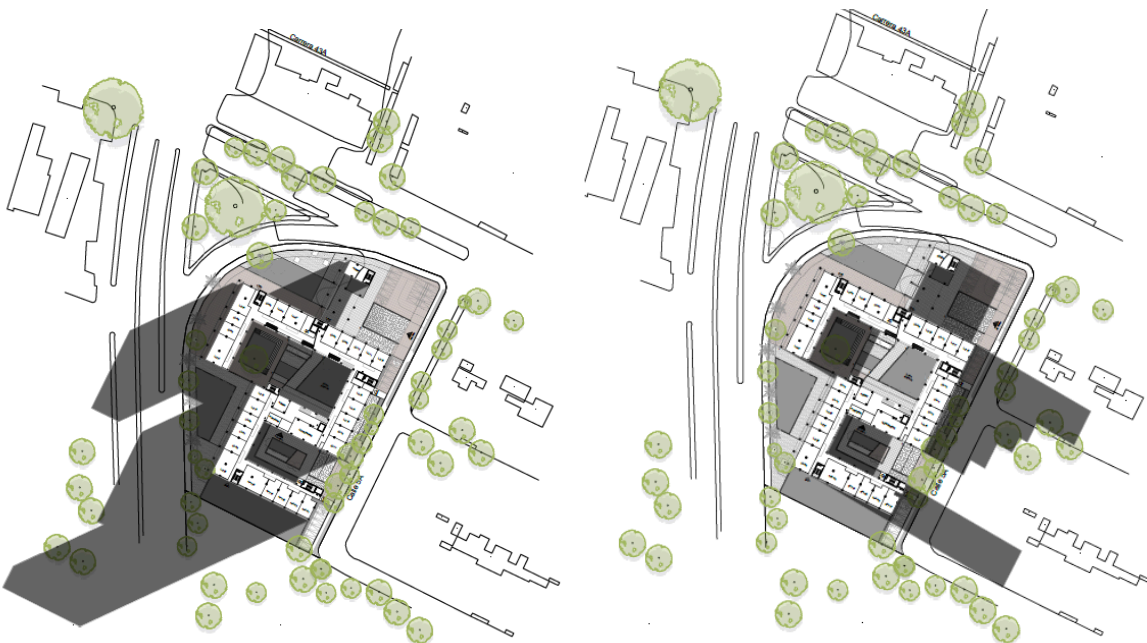
**Marzo - septiembre 9:00 a.m. - 3:00 p.m.**



**Sombra sobre planta pública en marzo-septiembre**

Gráfica No.76/77 Elaboración propia - sombra sobre el contexto urbano del proyecto durante el mes de marzo - septiembre para las 9:00 a.m. y 3:00 p.m.

**junio 9:00 a.m. - 3:00 p.m**



**Sombra sobre planta pública en junio**

Gráfica No.78/79 Elaboración propia - sombra sobre el contexto urbano del proyecto durante el mes de junio para las 9:00 a.m. y 3:00 p.m.

**diciembre 9:00 a.m. - 3:00 p.m**

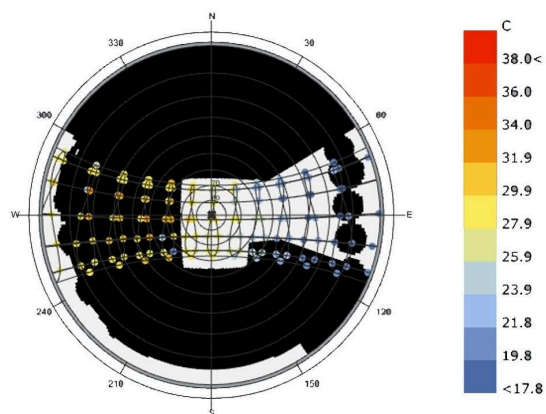


### Sombra sobre planta pública en diciembre

Gráfica No.80/81 Elaboración propia - sombra sobre el contexto urbano del proyecto durante el mes de diciembre para las 9:00 a.m. y 3:00 p.m.

### 3.2.2. Máscaras de sombra.

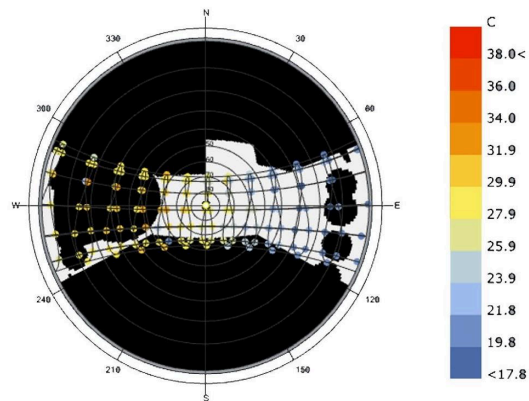
Entre torres patio privado; sombra desde las 2:00 p.m. todo el año, en Dic también será sombreado en la mañana.



### Máscara de sombra no.01

Imagen No.82 Elaboración propia - software Rhino

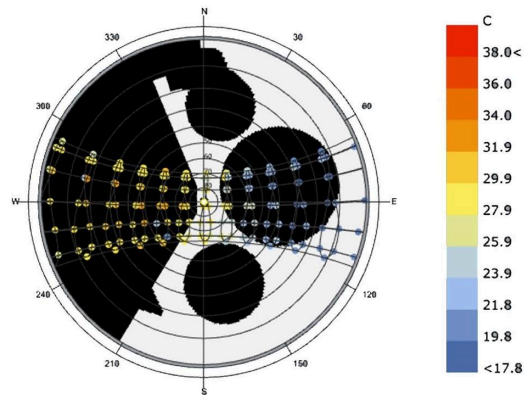
Entre torres patio semipúblico; Sombra desde las 3:00 p.m. y en Dic será todo el día sombreado.



### Máscara de sombra no.02

Imagen No.83 Elaboración propia - software Rhino

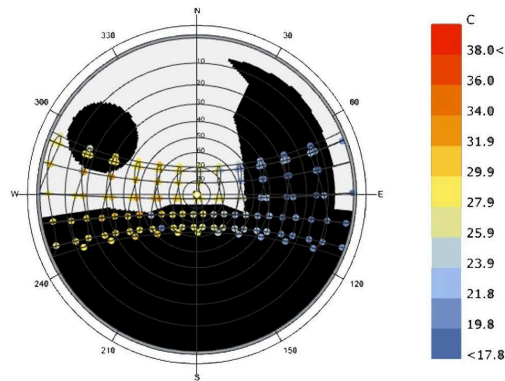
Entre torre y calle 5a; sombra desde las 1:00 p.m. todo el año, así mismo en la mañana por la vegetación existente.



### Máscara de sombra no.03

Imagen No.84 Elaboración propia - software Rhino

Plaza sobre calle 5ta con carrera 44; Sombra entre las 7:30 a 11:00 a.m. y desde Oct a Feb será todo el día sombreado.



#### Máscara de sombra no.04

Imagen No.85 Elaboración propia - software Rhino

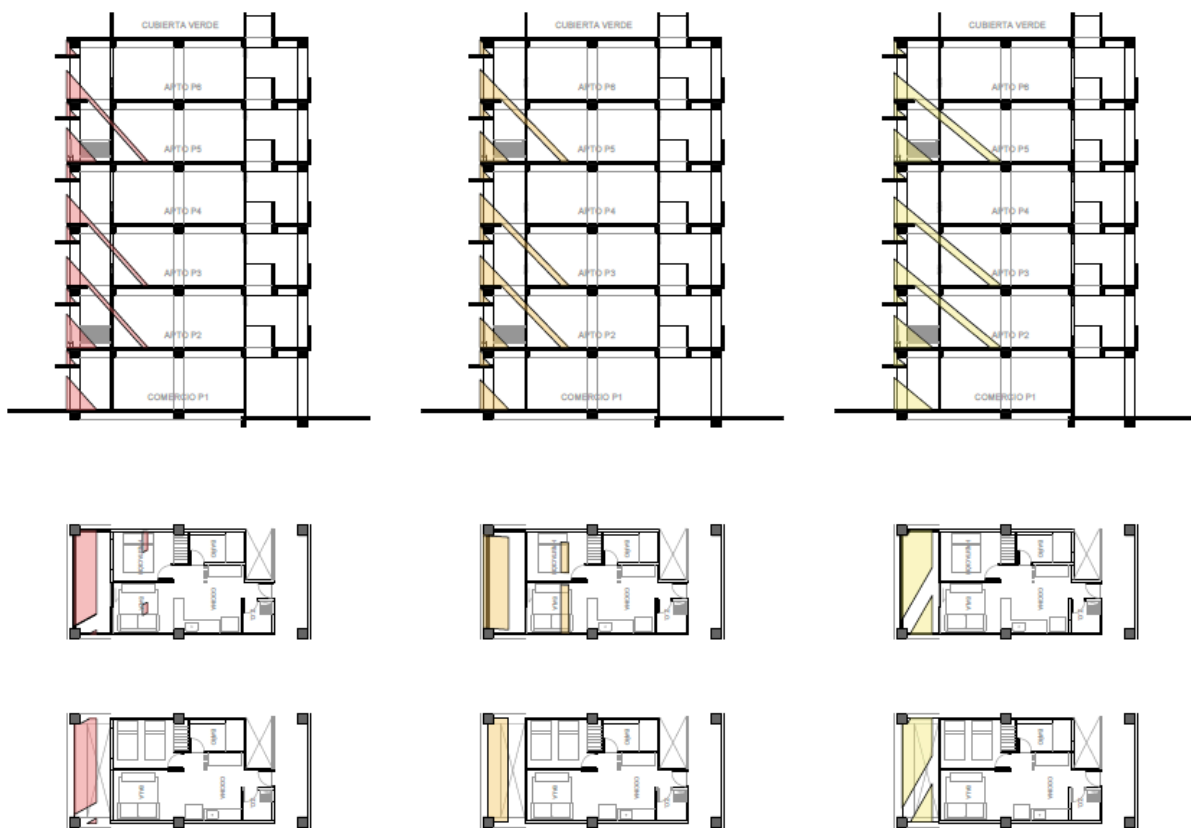
Debido a la morfología del lote y las intenciones y el asoleamiento sobre las fachadas largas (oriental y occidental) se opta por la implementación de estrategias de control solar pasivas; las cuales, parten desde la estructura del proyecto permitiendo su implementación. Así como la zonificación de los espacios para el proyecto y las unidades de vivienda. estrategias como

#### Fachada Occidental:

- Aleros (losas y balcones), surgen desde la estructura sombreando el interior de las unidades de vivienda.
- Doble fachada, Funciona retrasando la fachada de las unidades de vivienda, dejando la estructura expuesta, la cual funciona como parasoles horizontales y verticales, reduciendo el ingreso directo de los rayos solares.
- Disposición de ventanas, combina elementos permeables como persianas y cristal para mantener una continua y correcta ventilación natural e iluminación natural.

- Circulación externa hacia fachada oriental.dejando un espacio de circulación con la exposición solar sin protección.

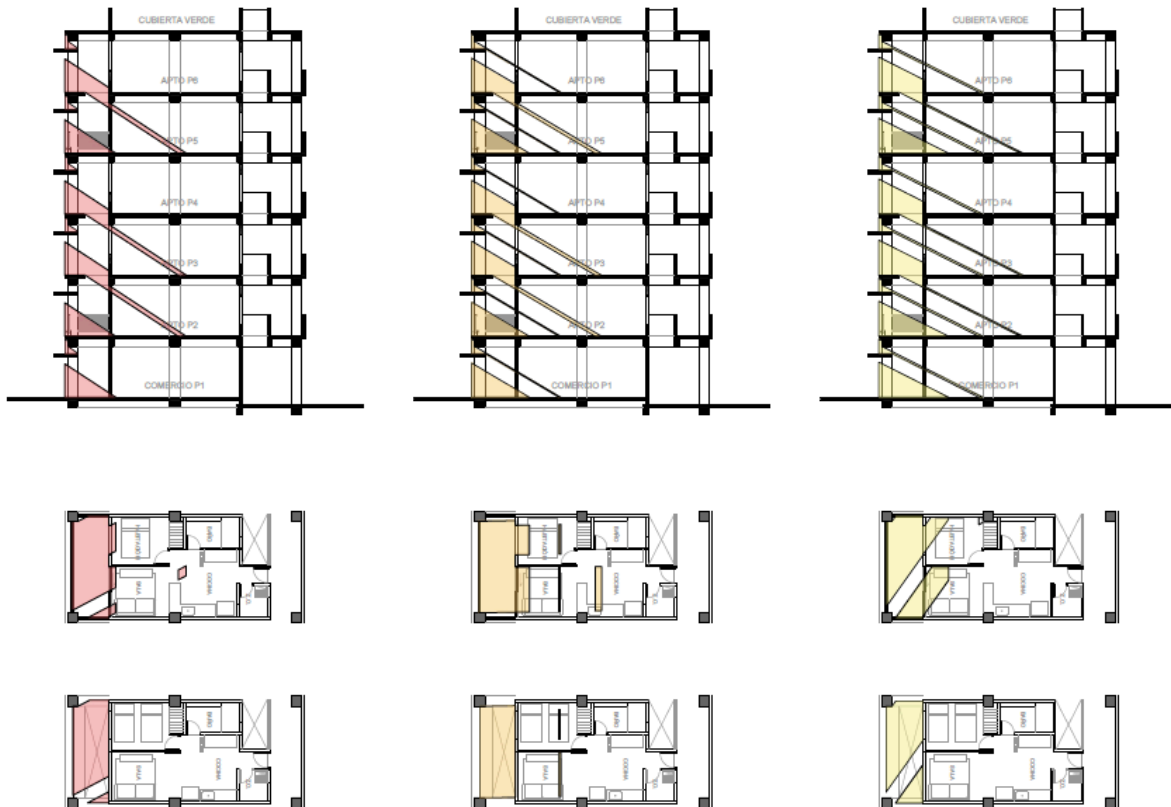
Las distintas estrategias, permiten una reducción importante de la exposición solar interna de apartamentos con fachada hacia el occidente durante las 3:00 p.m. (se muestra corte de fachada y posterior apartamento con balcón en el piso superior y apartamento sin balcón en el piso superior, durante los mese de marzo-septiembre, junio y diciembre)



MAR-SEP / JUN / DIC 3:00 p.m.

Incidencia solar interna 3:00 p.m.

Imagen No.86 Elaboración propia - asoleamiento interno de las unidades de vivienda con fachada hacia el occidente durante los meses del año (respectivamente) a las 3:00 p.m



MAR-SEP / JUN / DIC 4:00 p.m.

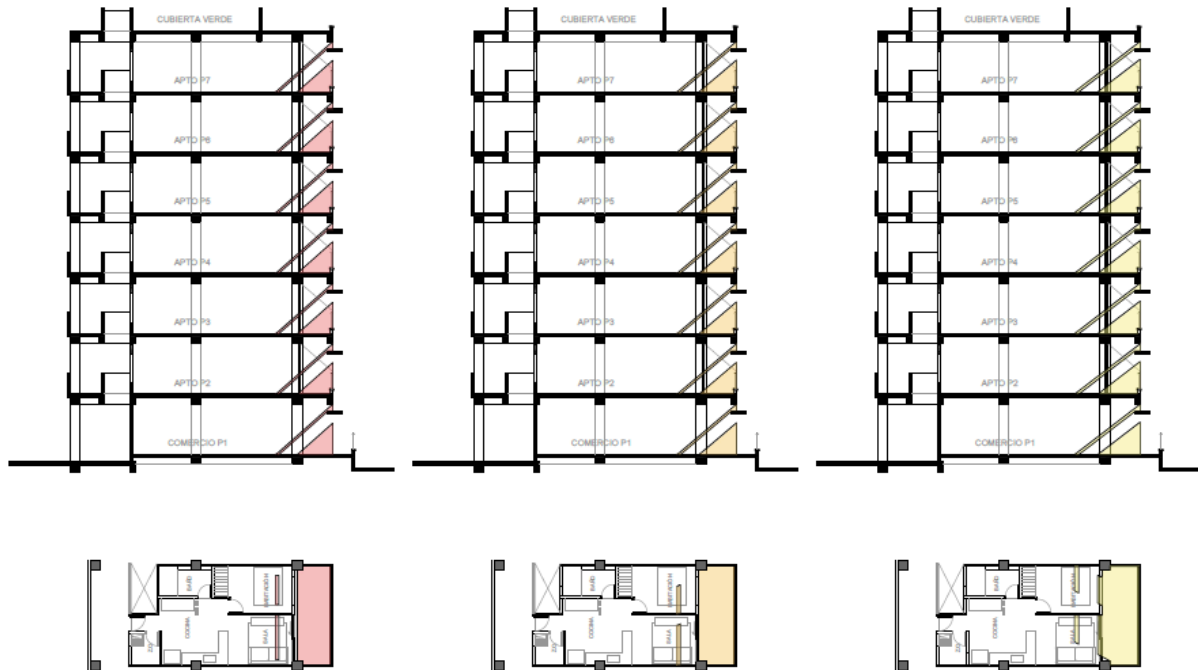
### Incidencia solar interna 4:00 p.m.

Gráfica No.87 Elaboración propia - asoleamiento interno de las unidades de vivienda con fachada hacia el occidente durante los meses del año (respectivamente) a las 4:00 p.m.

### Fachada Oriental:

- Aleros (balcones), volados hacia la fachada sombreando el interior de las unidades de vivienda que así mismo funciona como espacio común de las viviendas.
- Disposición de ventanas, combina elementos permeables como persianas y cristal para mantener una continua y correcta ventilación natural e iluminación natural.
- Circulación externa hacia fachada occidental, dejando un espacio de circulación con la exposición solar sin protección.

Las distintas estrategias, logran una significativa reducción de la exposición solar interna de apartamentos con fachada hacia el oriente durante las 9:00 a.m. (se muestra corte de fachada y posterior apartamento con balcón en el piso superior y apartamento sin balcón en el piso superior, durante los meses de marzo-septiembre, junio y diciembre)



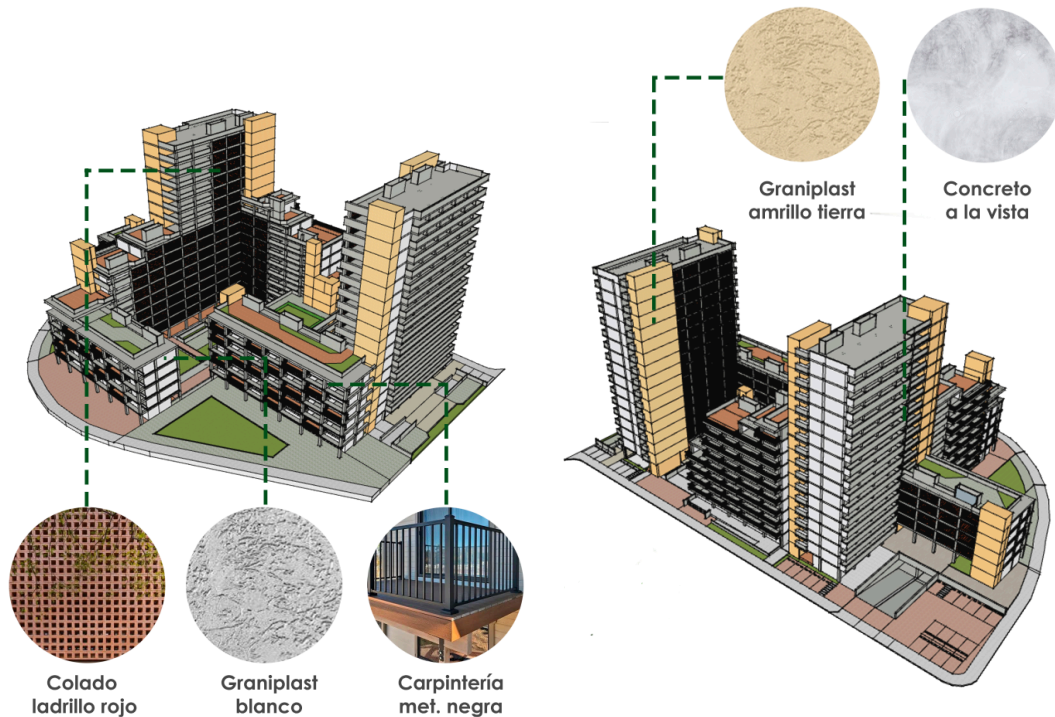
MAR-SEP / JUN / DIC 9:00 a.m.

Incidencia solar interna 9:00 a.m.

Gráfica No.88 Elaboración propia - asoleamiento interno de las unidades de vivienda con fachada hacia el oriente durante los meses del año (respectivamente) a las 9:00 a.m.

### 3.3. Materialidad.

#### 3.3.1. Materialidad de fachadas



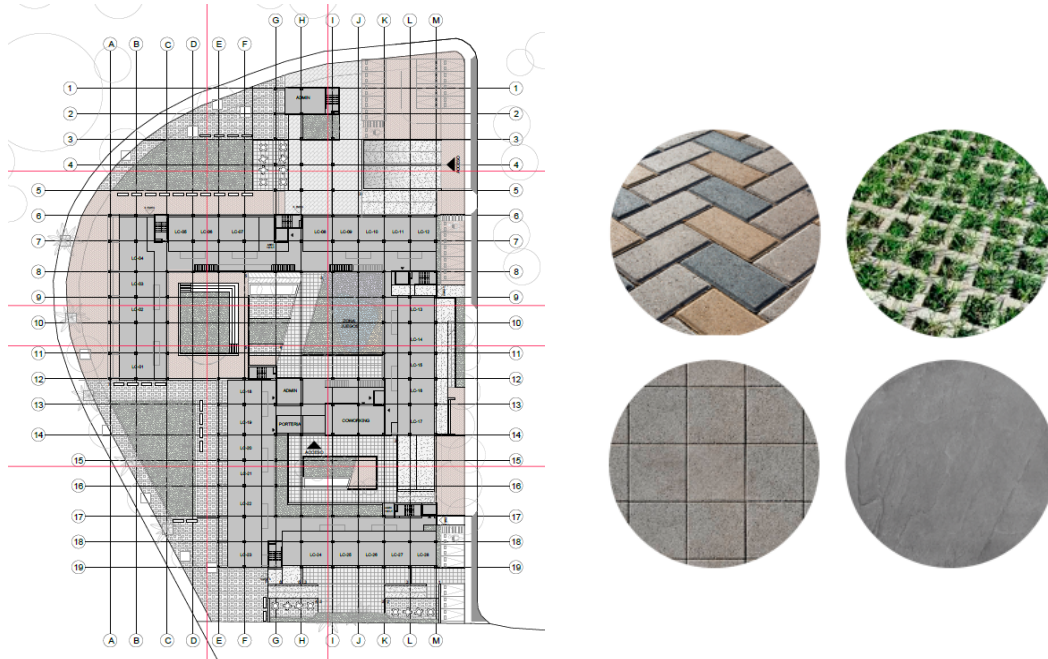
#### Materialidad de fachada

Gráfica No.89 Elaboración propia - materialidad de fachada

- Calado ladrillo rojo; los muros en calado de ladrillo rojo, se plantean en las circulaciones del proyecto, pues debido a su porosidad permite el flujo constante de aire en las circulaciones y sifones térmicos propuesto en los pasillos y ventilación de las unidades de vivienda. Adicionalmente el ingreso de iluminación natural en las circulaciones internas.
- Graniplast de color; se propone dar acabado a la fachada con un tipo de acabado en graniplast en colores blanco y amarillo tierra, que a pesar de su rugosidad, da una buena respuesta a las condiciones externas de fachada y permite durabilidad. Pues estos colores claros permiten una reflectancia de los rayos solares de al menos un 70% al 80%. Pues con esto la mayoría de la energía de los rayos solares se disipará evitando calentar mas los espacios internos de las viviendas.

- Concreto a la vista; la estructura del proyecto al tener relevancia en el diseño de los elementos de protección solar, se decide dejar el concreto a la vista pues el concreto refleja hasta un 40% de los rayos solares además de reducir costos y tiempos de ejecución de obra para los procesos de acabados de esta estructura compuesta principalmente de vigas y columnas

### 3.3.2. Materialidad de planta de primer piso



### Materialidad de planta urbana

Gráfica No.90 Elaboración propia - materialidad de planta urbana

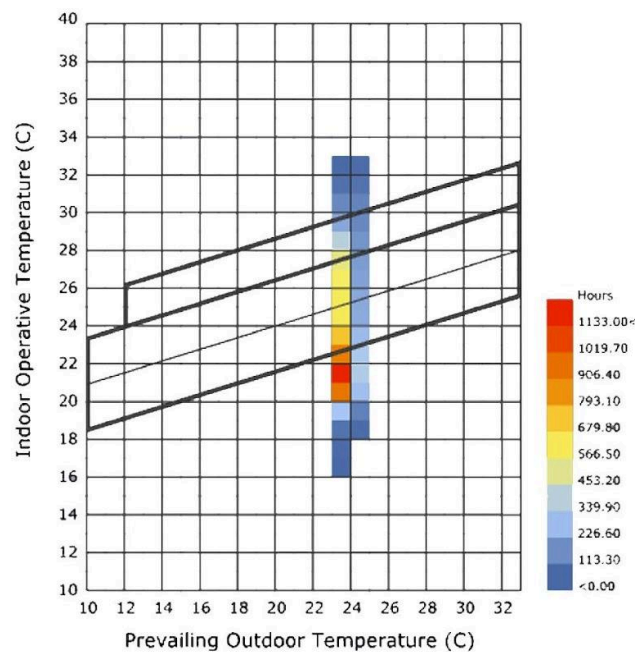
En el primer piso o planta urbana, se plantea la utilización de diferentes texturas de piso que sectorizan los espacios propuestos dentro del proyecto.

- Circulaciones directas (escaleras o rampas); concreto. Permite dar mayor adherencia al piso para evitar accidentes
- Espacios de estancia; gramoquín. la vegetación regula la temperatura del piso permitiendo la estancia por un mayor tiempo
- Espacios de transición; losetas de concreto y adoquín. Brinda una superficie flexible y adherente que permite contemplar y circular los espacios.

### 3.4. Desempeño térmico interno.

#### 3.4.1. Desempeño térmico.

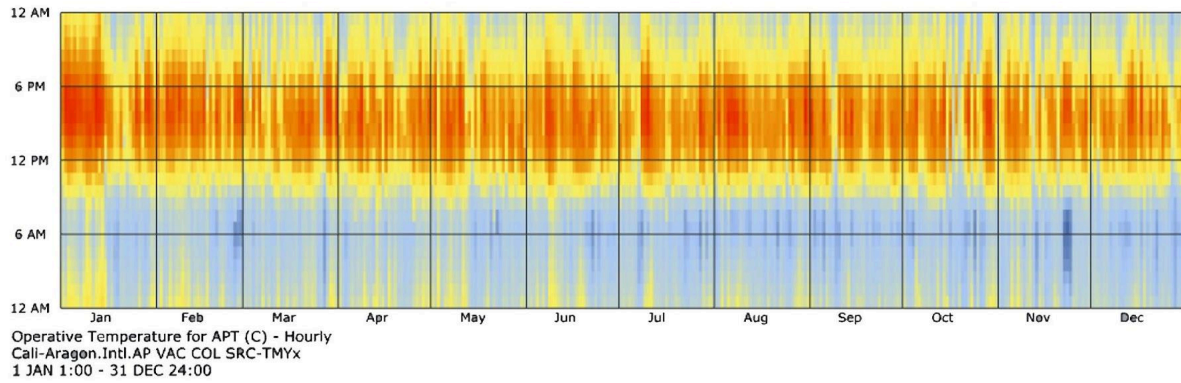
El confort interno será condicionado por la temperatura externa y la temperatura operativa interna. En el caso de estas unidades de vivienda estará principalmente en una franja con una temperatura externa entre los 23°C y los 24°C y una temperatura operativa entre los 27°C y los 20°C. Sin embargo, se prevé que la mayor cantidad de horas estará sobre la línea de la franja de confort con muy pocas horas fuera de confort



#### Desempeño térmico interno

Imagen No.91 Elaboración propia - software Rhino.

Adicionalmente, (sin contemplar la ventilación) en el interior de durante todo el año entre las 12:00 p.m y las 6:00 p.m. podrá haber un aumento en la temperatura interna hasta de 28.51°C. disminuyendo considerablemente en la noche (baja hasta 10°C en promedio). Esto por la reducción de las actividades operativas al interior y la baja de temperatura externa, así como la incidencia solar.

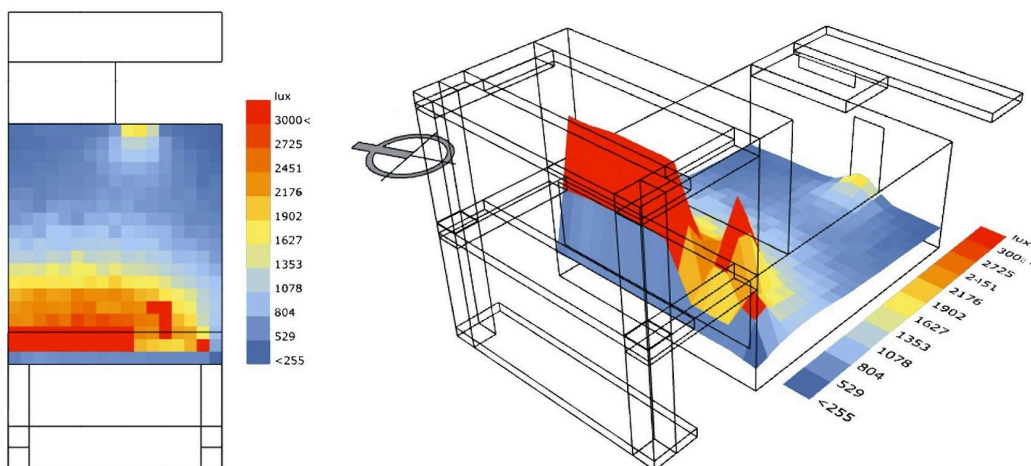


### Temperatura operativa interna

Imagen No.92 Elaboración propia - software Rhino

#### 3.4.2. Iluminación natural interna.

Con la disposición de las ventanas, a pesar de los elementos de sombra, se alcanzan hasta 3000 luxes al interior de las unidades de vivienda, que reduce considerablemente hacia el interior que gana un poco de luxes con la ventana hacia el patio.



### Desempeño térmico interno

Imagen No.89 Elaboración propia - software Rhino

## 4.1. Cuadro de áreas.

### Cuadro de áreas de M2 construidos

Tabla No. 06 totales de M2 construidos por piso

<b>CUADRO DE ÁREAS</b>			
<b>ÁREA TOTAL CONSTRUIDA</b>			<b>23186,59</b>
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA SÓTANOS</b>	<b>4164,24</b>	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P9</b>	<b>1072,482</b>
Sótano 2	4164,24	Apartamentos	692,49
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P1</b>	<b>2212,3</b>	Zonas Comunes (+circulación)	379,992
Comercio	1211,15	Terrazas	21,78
Zonas Comunes (+circulación)	1001,15	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P10</b>	<b>922,352</b>
Plaza Privada	898,35	Apartamentos	562,83
Plaza Semi-publica	472,6	Zonas Comunes (+circulación)	359,522
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P2</b>	<b>2571,31</b>	Terrazas	122,34
Apartamentos	1623,516	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P11</b>	<b>794,69</b>
Zonas Comunes (+circulación)	947,794	Apartamentos	511,76
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P3</b>	<b>2571,31</b>	Zonas Comunes (+circulación)	282,93
Apartamentos	1623,516	Terrazas	50,8
Zonas Comunes (+circulación)	947,794	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P12</b>	<b>794,69</b>
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P4</b>	<b>2268,89</b>	Apartamentos	511,76
Apartamentos	1623,516	Zonas Comunes (+circulación)	282,93
Zonas Comunes (+circulación)	645,374	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P13</b>	<b>794,69</b>
Cancha	302,42	Apartamentos	511,76
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P5</b>	<b>2248,89</b>	Zonas Comunes (+circulación)	282,93
Apartamentos	1623,516	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P14</b>	<b>794,69</b>
Zonas Comunes (+circulación)	625,374	Apartamentos	511,76
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P6</b>	<b>1967,36</b>	Zonas Comunes (+circulación)	282,93
Apartamentos	1386,326	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P15</b>	<b>794,69</b>
Zonas Comunes (+circulación)	581,034	Apartamentos	511,76
Terrazas	129,42	Zonas Comunes (+circulación)	282,93
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P7</b>	<b>1308,024</b>	<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P16</b>	<b>794,69</b>
Apartamentos	873,76	Apartamentos	511,76
Zonas Comunes (+circulación)	434,264	Zonas Comunes (+circulación)	282,93
Terrazas	583,69		
<b>AREA TOTAL CONSTRUIDA P8</b>	<b>1275,532</b>		
Apartamentos	873,76		
Zonas Comunes (+circulación)	401,772		
Terrazas	50,62		

## 4.2. Ilustraciones resultado final



Vista superior suroccidental visualización proyecto

Imagen No.93 Elaboración propia - vista gráfica del proyecto final, elaborada con Sketchup, Vray y Photoshop.



Vista superior oriental visualización proyecto

Imagen No.91 Elaboración propia - vista gráfica del proyecto final, elaborada con Sketchup, Vray y Photoshop.



Vista superior norte visualización proyecto

Imagen No.94 Elaboración propia - vista gráfica del proyecto final, elaborada con Sketchup,Vray y Photoshop.



Vista superior occidental visualización proyecto

Imagen No.95 Elaboración propia - vista gráfica del proyecto final, elaborada con Sketchup,Vray y Photoshop.

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Center for the Built Environment. (n.d.). Clima: Climate Analysis for Building Design. University of California, Berkeley. Recuperado de <https://clima.cbe.berkeley.edu/>
- Marsh, A. (n.d.). *Software*. Andrew Marsh. Recuperado de <https://andrewmarsh.com/software/>
- Sustainable Buildings Industry Council. (n.d.). Climate consultant. Recuperado de <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>
- Sociedad Colombiana de Geotecnia. (2010). *Título A - NSR-10 Decreto final*. Recuperado de <https://www.scg.org.co/Titulo-A-NSR-10-Decreto%20Final-2010-01-13.pdf>
- Zamora i Mestre, J. L. (2012). Materiales edificatorios en una construcción industrializada ecológica. Tomo 1, Cap 9
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.
- ONU HABITAT, United Nations Human Settlements Programme (2015). Déficit habitacional en América Latina y el Caribe.
- Acosta, D. (2009). *Arquitectura y construcción sostenibles: CONCEPTOS, PROBLEMAS Y ESTRATEGIAS*.
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2021). Estado de la construcción sostenible en Colombia. Recuperado de <https://www.cccs.org.co/wp/>
- Jorge Mauricio Susunaga Monroy UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS BOGOTÁ D.C – 2014 CONSTRUCCIÓN

SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS  
DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO

- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). (n.d.). *Vivero parque residencial: Casos de éxito*. Recuperado de <https://www.cccs.org.co/wp/casos%20de%20exito/vivero-parque-residencial/>
- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). (n.d.). *Pontificia Universidad Javeriana de Cali: Casos de éxito*. Recuperado de <https://www.cccs.org.co/wp/casos%20de%20exito/pontificia-universidad-javeriana-de-cali/>
- Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC). (n.d.). ELE-16: Casos de éxito. Recuperado de <https://www.cccs.org.co/casos%20de%20exito/ele-16/>
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2014). Plan de ordenamiento territorial - POT 2014. Recuperado de [https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/106497/pot\\_2014\\_idesc/](https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/106497/pot_2014_idesc/)