

**OASIS COLECTIVO: REFRIGERACIÓN ESPACIAL A TRAVÉS DE LA FORMA Y EL
PAISAJE.**

JENNY ROSARIO VILLARRAGA GAMBOA

**PROYECTO INVESTIGACIÓN + CREACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

Directores:

GERMÁN ANDRÉS GUTIÉRREZ PINZÓN

Arquitecto Mg.

EDWIN QUIROGA MOLANO

Arquitecto Mg.

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA ARQUITECTURA

BOGOTÁ D.C

2024

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. julio de 2024

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica

Dra. María Fernanda Vega de Mendoza

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Secretario general

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano de la Facultad

Arq. María Margarita Romero Archbold

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a aquellos lugares lejanos donde usualmente se desatiende el diseño arquitectónico. Sitios los cuales sufren más, las consecuencias de las olas de calor cada vez más fuertes y frecuentes. Donde sus habitantes deben soportar de manera recurrente las condiciones extremas del clima cálido seco.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada una de las personas que hicieron parte de este camino, como fuente de inspiración, fuerza y motivación. A mis padres por sus consejos y enseñanzas, a los compañeros académicos y laborales por su motivación incondicional y finalmente a los docentes quienes nutrieron todo este camino de aprendizajes y experiencias. Con el fin de continuar, perseverar y no desfallecer en esta meta.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 Definición de la problemática	16
1.2 Pregunta de investigación	20
1.3 Descripción del tema	20
1.4 El proyecto como respuesta	21
1.5 Justificación	22
1.6 Objetivos	23
<i>1.6.1 Objetivo general</i>	23
<i>1.6.2 Objetivos específicos de investigación</i>	23
<i>1.6.3 Objetivos específicos del proyecto arquitectónico</i>	23
2. MARCO TEÓRICO	24
2.1 Acercamiento conceptual	24
<i>2.1.1 Efecto Venturi</i>	24
<i>2.1.2 Efecto Volumen</i>	26
<i>2.1.3 Paisajes Oasis</i>	28
2.2 Metodología	29
2.3 Antecedentes	30
2.4 Estado del arte	34
2.5 Marco normativo	35
2.6 Marco referencial	37
2.7 Marco contextual	45

3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	52
3.1	Diagnóstico urbano	52
3.2	Análisis estructura ecológica principal	58
3.3	Análisis estructura socio económica	59
3.4	Análisis estructura funcional y de servicios	60
3.5	Localización del proyecto	60
3.6	Perfiles urbanos	61
3.7	Determinantes del sitio	62
	3.7.1 <i>Vientos</i>	62
	3.7.2 <i>Asoleación</i>	63
3.8	Exploración formal y formalización	64
3.9	Criterios de implantación	69
3.10	Conclusiones e implementación de resultados	70
4.	EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	73
4.1	Resultados y relación con los objetivos	73
4.2	Programa y organigrama arquitectónico	73
4.3	Perfiles de usuario: relación espacio tiempo	75
4.4	Relación programática y espacial	77
4.5	Planteamiento de la propuesta general	78
4.6	Arquitectura bioclimática del proyecto	80
	4.6.1 <i>Orientación y disposición</i>	80
	4.6.2 <i>Forma compacta vs. Forma dispersa</i>	81
	4.6.3 <i>Sombreado pasivo</i>	81
	4.6.4 <i>Captura de viento</i>	81
4.7	Sostenibilidad y conciencia del proyecto	82

4.8 Zonificación y cuadro de áreas	83
4.9 Revestimiento del proyecto	85
4.10 Estructura del proyecto	85
4.11 Aplicación de estudios técnicos bioclimáticos	86
5. CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS	92
ANEXOS	95

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Mapa de temperatura promedio mensual y trimestral</i>	16
Figura 2 <i>Temperatura y sensación térmica en Malambo, Atlántico.</i>	17
Figura 3 <i>Fotografía de la problemática</i>	18
Figura 4 <i>Árbol de problemas</i>	19
Figura 5 <i>Escenario para la temperatura media en Colombia</i>	20
Figura 6 <i>Diagrama Efecto Venturi con vientos</i>	25
Figura 7 <i>Aireador de Le Corbusier</i>	26
Figura 8 <i>Diagrama de Efecto Volumen</i>	27
Figura 9 <i>La forma arquitectónica en climas cálidos</i>	27
Figura 10 <i>Oasis bioclimáticos en la arquitectura</i>	29
Figura 11 <i>Aplicación de la normatividad en el proyecto</i>	37
Figura 12 <i>Volumen del proyecto: Tienda IKEA, Querkraft Architects</i>	38
Figura 13 <i>Sección del proyecto: Tienda IKEA, Querkraft Architects</i>	39
Figura 14 <i>Alzado del proyecto: Tienda IKEA, Querkraft Architects</i>	40
Figura 15 <i>Planta de cubiertas del proyecto: Oasis Tower, MVRDV</i>	41
Figura 16 <i>Sistema de reciclaje de aguas, Oasis Tower, MVRDV</i>	42
Figura 17 <i>Figura esquemática del proyecto: Oasis Tower, MVRDV</i>	42
Figura 18 <i>Diagrama del proyecto: TEK, BIG</i>	44
Figura 19 <i>Render del proyecto: TEK, BIG</i>	45
Figura 20 <i>Estrategias formales y bioclimáticas: proyecto TEK, BIG</i>	45
Figura 21 <i>Mapa del Municipio de Malambo</i>	47
Figura 22 <i>Gráfico de clima anual en Malambo</i>	48
Figura 23 <i>Gráfico temperatura mínima y máxima promedio en Malambo</i>	49
Figura 24 <i>Temperatura promedio por hora en Malambo</i>	49
Figura 25 <i>Rosa de los vientos en Malambo</i>	50
Figura 26 <i>Plano de usos del suelo Municipio de Malambo</i>	52
Figura 27 <i>Plano de usos del suelo en zona problemática</i>	53
Figura 28 <i>Tipologías de la zona problemática</i>	54

Figura 29 <i>Tipologías edificatorias de la zona</i>	55
Figura 30 <i>Relación tipológica con la isla de calor.</i>	56
Figura 31 <i>Relación hecho urbano y natural</i>	57
Figura 32 <i>Contraste entre lleno y vacío del contexto</i>	58
Figura 33 <i>Estructura ecológica en Malambo</i>	59
Figura 34 <i>Localización del proyecto</i>	60
Figura 35 <i>Sitio de implantación</i>	61
Figura 36 <i>Perfil urbano de la zona</i>	61
Figura 37 <i>Vientos predominantes</i>	63
Figura 38 <i>Asoleación de la zona</i>	64
Figura 39 <i>Nivel de percepción de la humedad en Malambo</i>	64
Figura 40 <i>Diagramas conceptuales del proyecto</i>	65
Figura 41 <i>Referentes para la composición por partes</i>	67
Figura 42 <i>Alternativas composición por partes</i>	69
Figura 43 <i>Criterios de implantación</i>	70
Figura 44 <i>Resultados formales y proyectuales</i>	71
Figura 45 <i>Resultados con objetivos</i>	73
Figura 46 <i>Confort térmico en espacios</i>	74
Figura 47 <i>Programa arquitectónico</i>	75
Figura 48 <i>Organigrama del proyecto arquitectónico</i>	75
Figura 49 <i>Relación espacio-tiempo con perfiles de usuario.</i>	77
Figura 50 <i>Relación programática y espacial.</i>	78
Figura 51 <i>Estrategias bioclimáticas del proyecto</i>	81
Figura 52 <i>Estrategias sostenibles del proyecto</i>	83
Figura 53 <i>Zonificación del proyecto</i>	84
Figura 54 <i>Cuadro de áreas del proyecto</i>	84
Figura 55 <i>Revestimiento del proyecto</i>	85
Figura 56 <i>Estructura del proyecto</i>	86
Figura 57 <i>Diagrama de Givoni</i>	87
Figura 58 <i>Aplicación de estudios bioclimáticos</i>	88
Figura 59 <i>Aplicación de comprobaciones formales</i>	89

Figura 60 <i>Planta de cubiertas del proyecto</i>	96
Figura 61 <i>Planta sótano</i>	96
Figura 62 <i>Planta nivel 1</i>	97
Figura 63 <i>Planta nivel 2.</i>	98
Figura 64 <i>Planta nivel 3.</i>	99
Figura 65 <i>Cortes arquitectónicos</i>	100
Figura 66 <i>Planos título J y K</i>	101
Figura 67 <i>Renders.</i>	102
Figura 68 <i>Panel del proyecto</i>	103

RESUMEN

Las fuertes olas de calor presentadas en los últimos años, exponen la necesidad de diseñar y construir espacios con confort térmico adecuado para los usuarios. Algunas Instituciones educativas en Colombia se están viendo afectadas debido a la mala climatización (sensación térmica elevada dentro del aula) con las que cuentan sus espacios. Donde los docentes y estudiantes, sufren problemas de sofocación y alteraciones en la tensión arterial, entre otros. Esta problemática refleja una cuestión fundamental y primitiva de la arquitectura, donde ésta funciona como refugio para el ser humano ante las condiciones del contexto y clima exterior. Como respuesta a la problemática se vincula la arquitectura bioclimática, en relación a la forma y el paisaje. La cual plantea estrategias de solución que involucren el confort climático en zonas de elevadas temperaturas, las cuales permitan mejorar la calidad climática del edificio y, por ende, de los usuarios. La arquitectura que se plantea, se relaciona con el hecho espacial, formal y técnico, donde se tiene como propósito mejorar la calidad climática dentro del espacio, evitando así el síndrome del edificio enfermo. El proyecto arquitectónico, está reflejado como un centro educativo que relaciona las actividades socio-culturales y comunales del lugar, proporcionando un aporte a la dificultad de permanecer en espacios con altas temperaturas térmicas y a la importancia de aprovechar la forma arquitectónica, la ventilación natural y el paisaje para lograr espacios con buena climatización de manera no mecanizada.

PALABRAS CLAVE

Confort térmico, bioclimática, forma arquitectónica, paisaje, ventilación natural.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo está motivado por una problemática y necesidad actual: las olas de calor frente al cambio climático, y cómo se ve afectada la arquitectura en usos educativos, donde estos últimos suelen ser uno de los más afectados en términos de confort, debido a la relación entre la cantidad de usuarios y área útil del espacio. La arquitectura, como mencionó Zaha Hadid “se trata realmente del bienestar, el sentirse bien en un espacio que se trata de un refugio, pero también del placer de vivirlo.” Por tal razón, se emplea la arquitectura bioclimática como solución a las necesidades y problemáticas de confort térmico que han presentado algunas instituciones educativas en Colombia. Para ello se recurre a herramientas de diagnóstico y demostración para la mejora del confort climático al interior de los espacios, con el fin de brindar una respuesta formal por medio de la arquitectura, donde se optimiza y se mejora la climatización del espacio mediante la forma.

Con la tecnología suministrada en la actualidad y la evolución en los sistemas técnicos de ventilación y climatización, se ha dejado a un lado las soluciones básicas y pasivas que se han desarrollado mediante la acción arquitectónica, descuidando las herramientas y funciones que brinda la arquitectura y centrando todas las soluciones a temas técnicos y mecánicos. Al depender completamente de soluciones mecánicas, se ve una problemática en la arquitectura cuando estas técnicas inevitablemente se descomponen y el espacio empieza a presentar problemas de climatización.

En este trabajo se proyecta una propuesta arquitectónica que permite mejorar el confort climático dentro de un espacio socio-educativo, utilizando estrategias y herramientas pasivas de la historia de la arquitectura, donde se relaciona preliminarmente una discusión teórica de la forma y el paisaje, para concluir con la relación técnico espacial que da solución al problema de investigación.

Con el análisis de técnicas arquitectónicas de forma y potenciación, estudios climáticos y referentes del tema, se establece como objetivo aprovechar la arquitectura bioclimática, para proponer soluciones pasivas frente a la climatización, por medio de la forma arquitectónica, su aprovechamiento de iluminación y ventilación natural y el desarrollo de un sistema integrado de ventilación técnico-espacial que mejore la climatización del

lugar, de la mano de oasis refrescantes, que se vinculen de manera armónica y colectiva con la comunidad y la arquitectura.

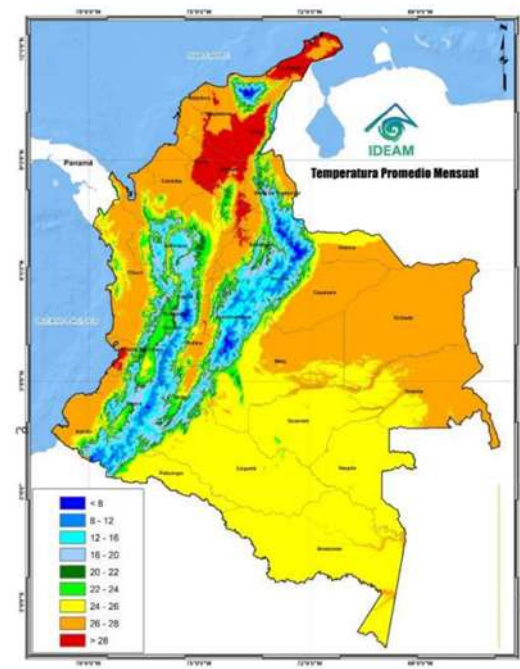
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Definición de la problemática

Las zonas cálidas al norte de Colombia cuentan con grandes paisajes y costas que suscitan las riquezas naturales que contiene esta región. Sin embargo, a pesar de sus grandes recursos, se están presentando graves problemáticas de confort climático al interior de sus edificaciones y por consiguiente, en la vida de los habitantes.

Figura 1

Mapa de temperatura promedio mensual y trimestral



Nota. La figura muestra cómo la zona al norte de Colombia es la más fuerte en temperaturas. Tomada de: Segura López, L. (2020). Instructivo para la elaboración del mapa de temperatura promedio mensual y trimestral. Colombia: IDEAM.

El ámbito educativo es uno de los más afectados en temporadas de olas de calor. Según un estudio de la Universidad de Harvard, “por cada aumento de 0.55 grados en la temperatura, disminuye el rendimiento y aprendizaje escolar en un 1%”. Mientras que en otras estadísticas nacionales se arrojan resultados cerca del 80% en las malas condiciones de las instituciones educativas, lo cual podría incidir en la tasa de deserción escolar del 1,26% al 7,86%. Lo anterior, dificultando la labor de aprendizaje dentro de los

espacios educativos en zonas de climas cálidos y en temporadas de calor, como en Malambo Atlántico.

Figura 2

Temperatura y sensación térmica en Malambo, Atlántico.



Nota. Temperaturas de Malambo en temporadas de calor. Tomada de: Google. (s.f). Clima en Malambo, Atlántico.URL: https://www.google.com/search?sca_esv=a657bfd6be99d848&sca_upv=1&hl=es-419&si=ACC90nwiSKPUhZKe1Cv13RnxA5tpOkkqEfap82NHOE82ZTTk3a8dSOjr7yLSMWDpejyOu1nGM2NWQngGefum74OXss73CVyesw%3D%3D&sa=X&ved=2ahUKEwi7i-CZnPyGAxVzSDABHUcTDt0QsucLegQIFBA&biw=1920&bih=919&dpr=1

Con la anterior situación, se presenta la dificultad de permanecer en espacios educativos generalmente cerrados sin la ventilación suficiente lo que promueve el déficit de confort térmico en temporadas de olas de calor, los cuales han generado problemas de salud y concentración en los usuarios del espacio, tal como se ha reportado en zonas metropolitanas de Barranquilla, Colombia. Donde se menciona que, en la comunidad de Malambo, Atlántico; los estudiantes se están viendo afectados por la falta de climatización en temporadas de olas de calor, las cuales han alcanzado los 33° centígrados, con sensaciones térmicas superiores.

Esto ha generado una problemática de uso y actividad dentro de las escuelas, debido a que las aulas están quedando inutilizadas al momento en que los usuarios se ven sofocados y presentan problemas de salud por la alta sensación térmica de los espacios. A esta problemática se añade que los estudiantes deben salir a tomar las clases al exterior, bajo la sombra de los árboles, donde las condiciones para estudiar y

concentrarse no son las adecuadas, debido a que no se tiene un control de luz, vientos y exposición frente al exterior. Con la situación anterior, el espacio y la actividad de la escuela se están viendo afectados debido a la falta de diseño bioclimático que influye en el lugar y a los usuarios.

Figura 3

Fotografía de la problemática



Nota. La figura muestra la situación problemática. Tomado de: Los estudiantes deben recibir las clases al aire libre por las altas temperaturas. Herrera, L. (2023). En "*la institución del municipio de Malambo no hay energía eléctrica por daño en un transformador*". El tiempo. [Atlántico: por ola de calor colegio solo da tres horas de clases \(eltiempo.com\)](https://www.eltiempo.com)

En los últimos años, la asistencia a las instituciones educativas en la zona norte de Colombia ha aumentado significativamente. Sin embargo, según estadísticas del departamento de Bolívar (Informe DUE 2022), el 50,32% de las escuelas en Bolívar se encuentran en mal estado, donde se contemplan aspectos físicos como las instalaciones, las condiciones del mobiliario, material educativo a disponibilidad y diseño de las instituciones educativas.

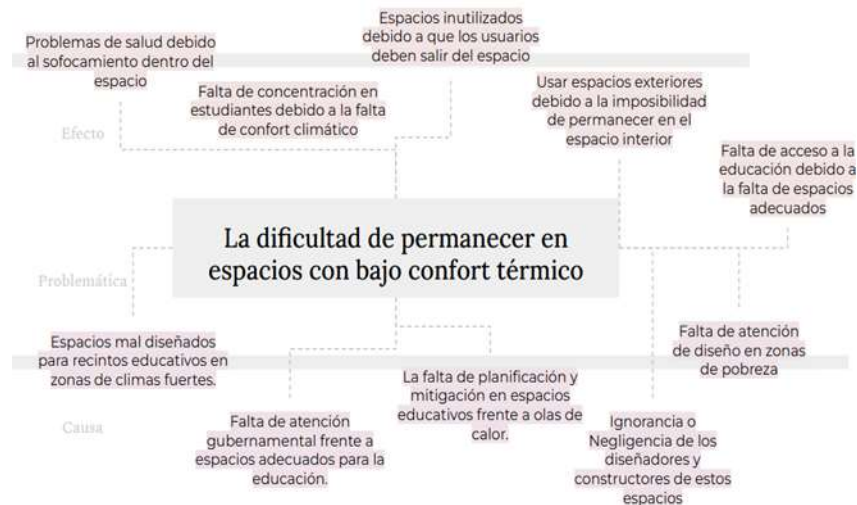
Con lo anterior, se podrían presentar casos de ausentismo escolar debido a las malas condiciones en las que se encuentran las escuelas en el departamento, ya que según el medio de comunicación El Universal Cartagena, un mal estado en la infraestructura de los colegios es uno de los factores que índice en la deserción escolar. Y que contrariamente, como lo refleja una encuesta del Sistema Interactivo de Consulta de Infraestructura Educativa (SICIED), donde menciona que una mejor infraestructura reduce la tasa de repetición escolar en 0.51 puntos, lo cual equivale al 8,03%.

Esta problemática en las instituciones educativas se puede estar presentando debido a las posibles y siguientes causas.

- Espacios educativos mal diseñados en zonas cálidas, sin la normativa respectiva para ventilación natural.
- Falta de atención gubernamental frente a los espacios adecuados para la educación.
- Falta de planificación y mitigación en espacios educativos frente a temporadas de olas de calor o posible falla de ventilación técnica.
- Negligencia por parte de los diseñadores y constructores de instituciones educativas, en espacios de reunión masiva y cálidas, sin las condiciones mínimas de ventilación.
- Falta de atención en zonas lejanas y de bajos recursos.

Figura 4

Árbol de problemas



Nota. Árbol de problemas, causas y consecuencias

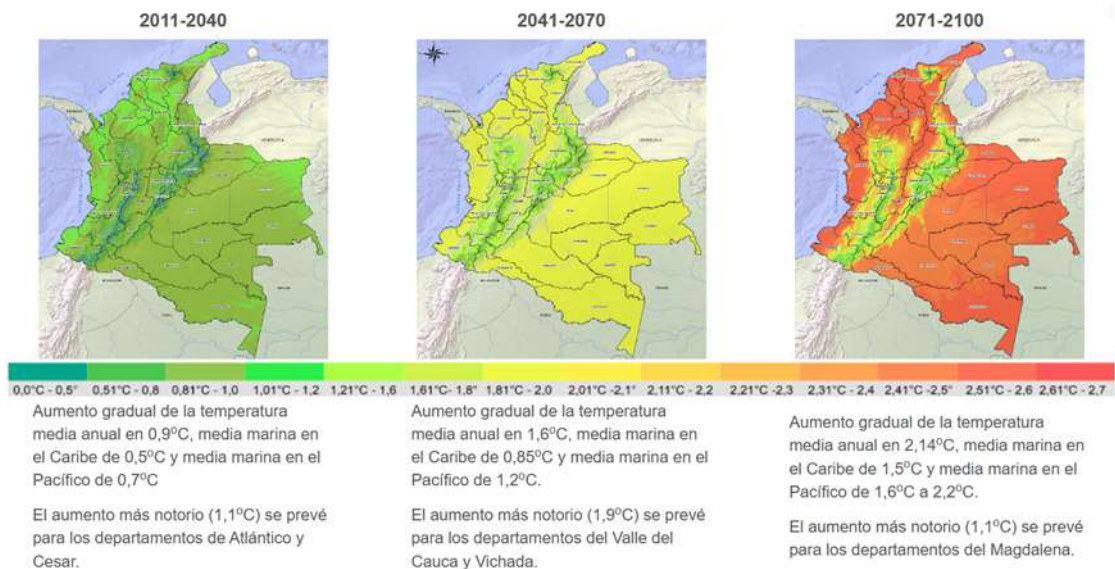
Analizando la situación de algunas instituciones educativas oficiales en zonas cálidas de Colombia, se puede evidenciar que existen graves problemas de climatización en temporadas de olas de calor (las cuales son frecuentes y extensas en el año) donde los estudiantes y docentes son los más afectados, ya que las clases deben realizarse a las afueras de las aulas, en los días en que los sistemas de aire acondicionado fallan debido a su alta utilización y consumo a lo largo del día. Lo cual potencializa el alto consumo de energía y concluye con el calentamiento global al pasar de los años. De esta manera se

evidencia que no se tuvo en cuenta un diseño bioclimático pasivo y natural en los espacios educativos.

La implementación de estas técnicas en las futuras generaciones, es fundamental para la continuación de actividades educativas, laborales o domésticas, teniendo en cuenta que cada año las temperaturas son más elevadas debido al cambio climático.

Figura 5

Escenario para la temperatura media en Colombia



Nota. La figura muestra un pronóstico para el escenario frente al aumento de temperaturas en Colombia. Tomado de: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) (2024) "Caracterización General del Escenario de Cambio Climático para Bogotá" <https://www.idiger.gov.co/rcc>

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo por medio de la configuración formal y el paisaje se puede mejorar el confort climático de los espacios de una manera pasiva y no mecanizada, vinculando la forma arquitectónica, la ventilación espacial y el paisaje natural en zonas cálidas de Colombia?

1.3 Descripción del tema

Considerando la problemática y las necesidades del proyecto, el tema a trabajar es la forma a través del paisaje, donde se aplican los conceptos básicos de bioclimática y confort climático para el aporte a la solución. El enfoque del proyecto se direcciona a un lineamiento de diseño arquitectónico sostenible en zonas cálidas de Colombia, donde

existen problemáticas de confort térmico, proyectando una solución pasiva y bioclimática que permita la utilización y aprovechamiento de los espacios, vinculando la relación contextual, técnica y formal mediante la arquitectura y sus bases teórico-prácticas.

1.4 El proyecto como respuesta

Haciendo referencia a su definición de refugio frente al entorno, la arquitectura debe atender las necesidades climáticas básicas en entornos comunales y domésticos haciendo frente al clima exterior. Las comunidades merecen espacios educativos dignos donde se relacione su actividad, lugar y contexto. Con espacios de esparcimiento y enriquecimiento cultural vinculando a la educación y la interactividad.

El proyecto arquitectónico se plantea como un centro educativo socio-cultural, que reemplaza la institución educativa la cual posee el problema de confort climático actualmente. No obstante, al ser una de las zonas más cálidas de Colombia, toda la comunidad se ve afectada por este problema, de tal manera que es necesaria su vinculación al proyecto. Al implementar la arquitectura bioclimática como herramienta de diseño, (fundamental para la sostenibilidad de las próximas generaciones) el proyecto busca implementar soluciones climáticas pasivas y potencializarlas a través de la forma de la composición. Así mismo, el proyecto busca generar una conexión con el lugar, la comunidad y sus riquezas paisajísticas, fomentando el diseño bioclimático y un enfoque hacia la sostenibilidad.

La investigación se desarrolla a partir de la concepción y aplicación de la arquitectura bioclimática, con medios y técnicas ponderables y cuantificables, a partir de las condiciones climáticas al interior de los espacios, con el fin de mejorar el confort climático de instituciones educativas en zonas de olas de calor y a su vez mejorar la calidad de vida de los usuarios, generando un refugio refrescante.

La forma arquitectónica del proyecto juega un papel fundamental para la solución a la problemática. La cual, se genera a partir de las determinantes del lugar, y conceptos formales que aprovechan la ventilación natural y proyectan sombras amplias para mantener espacios frescos. Por otro lado, la asociación del paisaje en forma de oasis refrescantes potencializa la frescura dentro de la composición arquitectónica. Generando una forma apta para la ventilación e iluminación natural de los espacios, que mitigue la

utilización de energía y métodos técnicos o mecánicos, para solucionar las estrategias climáticas del proyecto.

1.5 Justificación

Las olas de calor cada vez más fuertes y frecuentes, son un patrón de cambio y comportamiento que experimentan los ecosistemas, debido a afectaciones naturales y/o humanas que se pueden definir como cambio climático. Al revisar las proyecciones climáticas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en el caso de Colombia se espera que las temperaturas aumenten en una media anual de 0,9°C. Este comportamiento se ha reflejado en la actualidad con serios problemas de climatización en las edificaciones, donde los más afectados son principalmente los de zonas cálidas secas.

La importancia de indagar en cómo el cambio climático afecta los espacios habitables en la arquitectura y cómo se podrían mitigar situaciones climáticas extremas para los usuarios, es uno de los objetivos de la investigación. Con el fin de continuar explorando las posibles soluciones y estrategias planteadas desde la arquitectura, que brinden soluciones acordes a la sostenibilidad y requerimiento espacial para las edificaciones. Desde un enfoque vanguardista y teórico, se plantea la utilización de mecanismos y herramientas pasivas que contribuyan a la mejora del clima al interior de espacios arquitectónicos.

Al exponer la información y diseño proyectado, se pretende beneficiar a las comunidades que padecen el problema de mala climatización al interior de los espacios en temporadas de olas de calor, toda vez que las soluciones mecánicas como aires acondicionados eventualmente dejan de funcionar en estas temporadas. En este punto, la investigación y el proyecto se presenta como una solución del problema para el antes, durante y después de las temporadas más calurosas.

Con lo anterior se presenta la importancia de abordar el tema del confort climático dentro de los espacios arquitectónicos, con el fin de seguir buscando en la arquitectura un refugio frente a las condiciones climáticas (extremas) y externas del lugar. Por consiguiente, el proyecto se desarrollará dentro de la línea de investigación de la Universidad: "Arquitectura, tecnología y ambiente" la cual contempla dentro de sus

objetivos: “Generar productos de nuevo conocimiento e interdependientes a la sostenibilidad”. Así mismo se relaciona con la sub línea: "Ambiente y sostenibilidad para el hábitat" (P. Arquitectura, Universidad de América, 2014). Esto, con el fin de indagar y explorar posibles soluciones compositivas al confort climático con su relación con el contexto y la forma debido a la exploración formal que esta puede brindar para la solución del problema. Sucintamente, el proyecto pretende alinearse a los estándares de sostenibilidad aportando al desarrollo climático y su importancia para las próximas generaciones.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Generar espacios educativos y comunales con un confort térmico estable, mediante la forma arquitectónica y el paisaje, con el fin de brindar un espacio habitable, bioclimático y sostenible, para el desarrollo de actividades de aprendizaje y comunales en Atlántico, Colombia.

1.6.2 Objetivos específicos de investigación

Identificar las problemáticas del lugar, con respecto a la mala climatización general y específica de la zona.

Determinar las estrategias que mejoran la climatización al interior de los espacios, aprovechando la forma arquitectónica.

Analizar y aplicar las estrategias climáticas pasivas necesarias para generar un adecuado confort climático dentro del proyecto arquitectónico.

1.6.3 Objetivos específicos del proyecto arquitectónico

Implementar el efecto Venturi como mecanismo técnico y espacial para el mejoramiento del confort climático al interior de los espacios.

Generar la fragmentación del concepto tipológico de patio, para el dinamismo de actividades y enriquecimiento de la ventilación natural para los espacios interiores.

Relacionar el concepto de paisaje natural oasis como analogía al paisaje refrescante, con el fin de garantizar aire fresco en los espacios.

2. MARCO TEÓRICO

El proyecto, fundamentado en la arquitectura sostenible, hace hincapié en los conceptos básicos de bioclimática pasiva, sin ignorar su relación con el paisaje natural y los conceptos que desarrollan el criterio y funcionalidad del proyecto. En el estudio sobre la arquitectura bioclimática, la forma y el paisaje en relación con el clima, se establecen los conceptos fundamentales de la investigación. El primero sobre el efecto Venturi, el segundo sobre el efecto volumen y por último el concepto de oasis como espacio refrescante en la arquitectura.

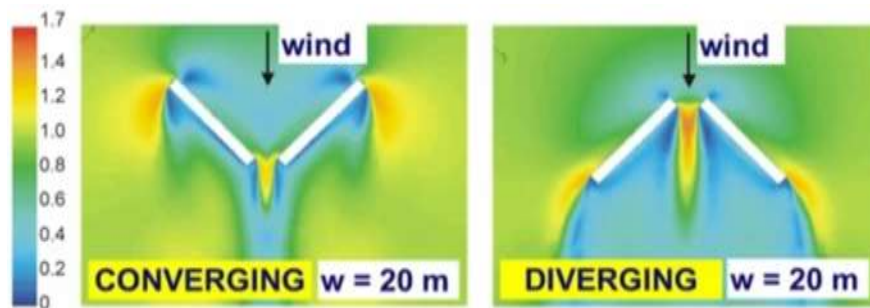
2.1 Acercamiento conceptual

2.1.1 Efecto Venturi

El término Efecto Venturi, tuvo origen en el campo de la física y la hidrodinámica, en honor al físico italiano Giovanni Battista Venturi, quien vivió en el siglo XVIII y realizó contribuciones significativas al estudio de la dinámica de fluidos. El efecto Venturi describe el fenómeno en el cual la velocidad del flujo de un fluido aumenta al pasar por una sección estrecha de un conducto, lo que resulta en una disminución de la presión. En el campo de la arquitectura, la ventilación natural generada por la velocidad del aire en cubiertas o conductos produce un efecto de succión en el interior de los edificios. Esto se debe a la aplicación del Efecto Venturi, cuando un fluido (en este caso el aire natural) al pasar por un conducto cerrado que disminuye su sección aumenta su velocidad.

Figura 6

Diagrama Efecto Venturi con vientos



Nota. La figura muestra el comportamiento del viento mediante las aberturas y el efecto Venturi. Tomado de: Anónimo. (29/05/2014). "La física vs la vida real (II). El efecto Venturi". Un blog para aprender y para recordar. <https://unblogdeingenieria.wordpress.com/2014/05/29/la-fisica-vs-la-vida-real-ii-el-efecto-venturi-2/>

En la investigación de este término se encuentran coincidencias y relaciones desarrolladas en el ámbito urbanístico y edificatorio de la arquitectura. Este efecto puede aparecer cuando dos o más edificios se encuentran situados en ángulo, generando un embudo mediante una zona más estrecha. En otras situaciones, con edificaciones situadas de manera apropiada, los flujos de aire pueden enfriar áreas urbanas.

Le Corbusier desarrolló la forma arquitectónica en función de regular las condiciones climáticas y generar un ambiente de confort al interior, sin necesidad de depender de soluciones mecánicas. En algunas obras del arquitecto suizo, (a pesar del comienzo de la industrialización y la modernidad) se ven reflejadas algunas preocupaciones sobre la climatización. Desde entonces se habla sobre el concepto de Aérateur y Brise-Soleil. Los Aérateur o Aireador son aberturas ubicadas estratégicamente con una proporción esbelta sobre una superficie expuesta. El viento que atraviesa la abertura eleva su velocidad y genera una zona de beneficio a la ventilación y renovación del aire, con el sistema de "lámina de aire".

Figura 7

Aireador de Le Corbusier



Nota. La figura muestra el Aireador aplicado por Le Corbusier en planta baja de Casa de Brasil. Tomado de: Requena, I. (2013). (Vol. 1, Pág. 40). *Arquitectura adaptada al clima en la obra de Le Corbusier: La Casa de Brasil en París*. Revista de investigación científica en Arquitectura. Alicante, España.

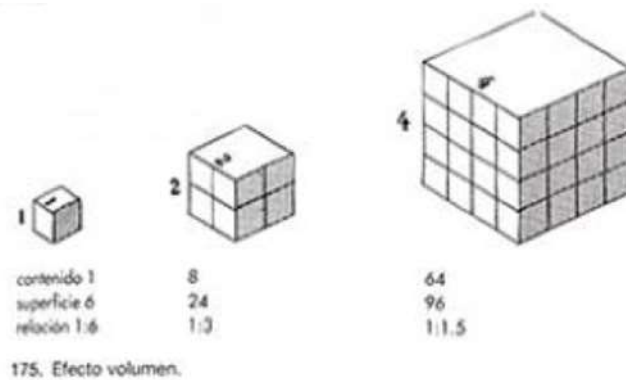
Se tiene así que el efecto Venturi aplicado desde la arquitectura moderna de Le Corbusier, mediante los aireadores, se convierte en un mecanismo pasivo de ventilación natural que se potencia al interior de los espacios. Por otro lado, este efecto también se puede implementar en espacios estrechos de tres dimensiones, donde la abertura tiene un sentido, dirección y magnitud. Aberturas entre muros, circulaciones estrechas y espacios de ventilación pueden utilizarse como mecanismo para efectuar el efecto Venturi.

2.1.2 Efecto Volumen

El concepto de efecto volumen, inicialmente mencionado por Olgyay, (1998) en su libro *Arquitectura y Clima*, plantea la teoría de que al aumentar el área 4 veces, la superficie resiste más a las temperaturas. Debido a la relación de masa, altura y superficie expuesta, un ejemplo de esto se presenta en los Iceberg, los cuales resisten altas temperaturas debido a su gran área de superficie. Reduciendo así los impactos ambientales con la forma, en especial si son macizas, cúbicas o alargadas.

Figura 8

Diagrama de Efecto Volumen

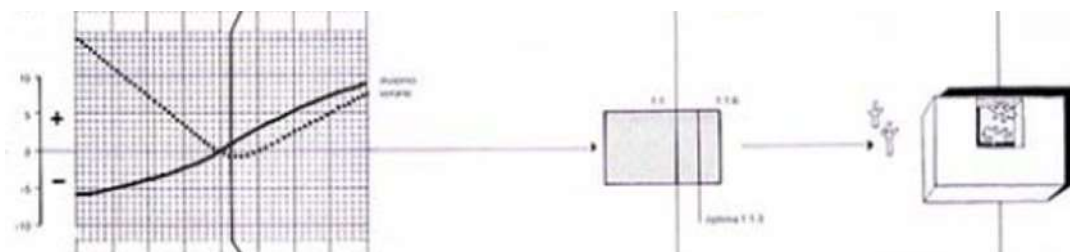


Nota. La figura muestra el funcionamiento del efecto volumen. Tomado de: Olgay, V. (1998) *Arquitectura y Clima*. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.

Entendiendo el aporte de la forma y su relación con el volumen, para climas cálidos (según estudios e investigaciones de Olgay, (1998) las formas más adecuadas de emplazamiento son cuadradas con sustracciones y vacíos al interior. Donde se crean microclimas que permiten la entrada de aire fresco, además de sombra, que al ser complementadas con fuentes y vegetación fresca es posible mejorar el confort climático. Por otro lado, el almacenamiento de calor que se concentra en el exterior del efecto volumen, puede ser disipado con muros de masa térmica y configuraciones de muro doble para aislar el volumen principal del calor.

Figura 9

La forma arquitectónica en climas cálidos



Nota. La figura muestra el estudio entre forma arquitectónica y clima en climas cálidos. Tomado de: Olgay, V. (1998) *Arquitectura y Clima*. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.

2.1.3 Paisajes Oasis

El paisaje natural según el arquitecto e investigador Bernard Leupen, debe reflejar la importancia de la integración armónica entre el entorno natural y los elementos construidos. En su enfoque sobre el paisaje en la arquitectura y el diseño urbano, puede referirse a diferentes tipos de paisajes dependiendo del contexto y la escala en la que esté trabajando.

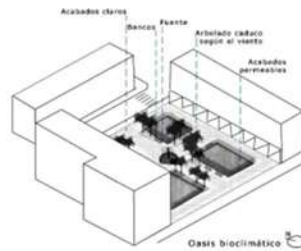
En términos de paisaje, existe un contraste entre el desierto con su temperatura extrema y soledad formidable, hasta el encuentro con el oasis, que delimita la vida, el refugio y la calma. Este paisaje natural de oasis, considerado como un espacio fresco y de refugio ante la escasez y desertificación, da cuenta de la importancia del paisaje refrescante y natural ante las adversidades climáticas y su inclusión en los paisajes construidos¹ donde se abarcan áreas que han sido modificadas por la actividad humana.

El espacio interior definido como oasis, provee sombra y haces de luz tenue que perforan los espacios. Este concepto, trasladado en la arquitectura, se mezcla el espacio entre un hipóstilo de columnas vegetales que refrescan el ambiente y las actividades de la edificación. Por otro lado, el oasis dentro del proyecto, permite el análisis y la valoración de las condiciones naturales que aportan al espacio: los materiales, la vegetación, las sombras y el espacio abierto.

El paisaje como un elemento de protección y refugio, para su aprovechamiento y potencialización dentro del hecho climático, debe fomentar la evaporación y almacenamiento de vapor fresco, con el fin de mejorar la masa térmica global. Esto se puede alcanzar con la utilización de patios abiertos, presencia de plantas y estanques de agua que permiten humidificar el ambiente, promoviendo el aire fresco.

Figura 10

Oasis bioclimáticos en la arquitectura



Nota. La imagen muestra la composición básica de un oasis en la arquitectura. Tomado de: Hidalgo, E. Gómez, A. (2022). *Oasis térmicos para adaptar las ciudades al calor*. The conversation.

2.2 Metodología

La metodología desarrolla el proceso proyectual para concluir el proyecto arquitectónico, mediante estrategias que permitan alcanzar cada uno de los objetivos y lineamientos del proyecto.

Tabla 1

Metodología del proyecto arquitectónico

Objetivos específicos	Actividades
Implementar el efecto Venturi como mecanismo técnico y espacial para el mejoramiento del confort climático al interior de los espacios.	<ul style="list-style-type: none"> a. Recopilar información acerca del efecto Venturi. b. Analizar la información acerca de este efecto y establecer conclusiones. c. Sistematizar las características que aportan al trabajo de la investigación. d. Implementar El efecto Venturi dentro de la composición y el sitio.
Generar la fragmentación del concepto tipológico de patio, para el dinamismo de actividades y enriquecimiento de la iluminación y ventilación natural para los espacios.	<ul style="list-style-type: none"> a. Recopilar la información tipológica y formal del sitio. b. Analizar las tipologías y sintetizar el concepto de unidad en el sitio. c. Revertir y fragmentar el concepto de unidad. d. Implementar los restos fragmentados como patio espacial y tipológico.

Tabla 1. *Continuación*

Objetivos específicos	Actividades
Relacionar el concepto de oasis como analogía al paisaje refrescante, en todos los espacios del proyecto, con el fin de garantizar el aire refrescante en la composición y en las actividades.	a. Entender y analizar el paisaje, la naturaleza y funcionamiento del oasis. b. Establecer una relación entre el paisaje y el contexto arquitectónico c. Analizar el contexto del sitio y tomar elementos articuladores del paisaje d. Relacionar el oasis y su paisaje en los patios y refugio público del lugar.

Nota. La tabla describe la metodología de la investigación.

2.3 Antecedentes

Se presentan las ideas, conceptos y estudios que se han extraído y desarrollado en el tema de la arquitectura bioclimática, desde sus teorías iniciales hasta los textos más aplicados y resaltados.

❖ **Olgay, V. (1998) Arquitectura y Clima. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.**

Una representación diagramática de la forma, podría llegar a entenderse como la relación directa de las fuerzas en equilibrio. En un concepto técnico la forma adecuada es la que pierde y gana el mismo calor tanto en verano, como en invierno y así alcanzar el confort térmico.

La forma más adecuada para un clima cálido y árido es la del cuadrado con sustracciones o vacíos al interior, donde se crean microclimas que permiten la entrada de aire fresco, además de la sombra, que complementadas con fuentes de agua y vegetación mejoran el confort climático.

Otra estrategia con la cual se pueden reducir los impactos ambientales es mediante el efecto volumen, en el cual una gran masa puede resistir mejor a las temperaturas debido a su superficie expuesta. Un ejemplo de este efecto se presenta en los icebergs.

En climas cálidos la morfología de la edificación puede verse complementada con una serie de patios al interior que funcionen como pozos refrescantes y generen una protección térmica.

❖) **Neila, J. (2004) Arquitectura bioclimática. Madrid, Editorial Munilla-Lería.**

El diseño del "hueco" permite cumplir funciones de iluminación y ventilación, siendo más efectivo al momento de iluminar sin calentar por completo el espacio.

En remates y aberturas se produce el efecto chimenea, donde la succión y extracción del viento a través de un conducto, denominado también como el efecto Venturi genera la aceleración y velocidad del viento mediante la boca y tramo chimenea, lo que mejora la ventilación.

Una estrategia de enfriamiento pasivo que se puede aplicar en climas cálidos es la inducción de aire por masas de agua, ya que, al ser combinados con la ventilación nocturna, una distribución enterrada y superficies frías, genera una evaporación del aire caliente y por ende una mejora en el clima al interior.

Un edificio que cuente con vegetación, estanques o fuentes al interior o alrededor, no tendrá grandes necesidades de refrigeración, ya que el calor que se percibe al interior de un edificio es una consecuencia de las condiciones micro climáticas que rodean al edificio.

La implementación de vegetación fresca y adecuada para el edificio resulta en una mejora en la climatización, debido a que un árbol es capaz de evaporar y potencializar el enfriamiento con su superficie vegetal.

❖ **Capitel, A. (2005). La Arquitectura del patio. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.**

El patio como tipología arquitectónica, permite la libertad de configurar varias actividades según su uso o programa. Esta tipología permite tener una relación espacial desde el exterior al interior. Se focalizan las visuales y se tiene relación con el recorrido de las galerías y el aire libre. Es el espacio donde se convergen las dinámicas y las relaciones espaciales. Con la evolución de la tipología y la aparición del estilo moderno, algunos arquitectos utilizaron el patio como medio para funcionalidad y utilidad del espacio. Se establece como un espacio de contemplación y conexión con el cielo.

❖ **Hernández, C. (2007) Un Vitruvio ecológico. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.**

En algunas regiones cálidas basta con solo almacenar calor mediante la masa térmica de los muros, los cuales deben estar aislados para evitar la difusión del calor a través de

ellos. Cuando dos masas tienen temperaturas diferentes, sus densidades y presiones también lo son, lo que origina una circulación de aire de la zona con mayor densidad que es la más fría, hacia la de menor densidad que es la más caliente, generando allí una ventilación pasiva mediante vacíos en la parte superior e inferior. Los espacios que no requieran demasiada ventilación deben ubicarse hacia el norte, y los espacios que más necesitan ventilación deben estar orientados hacia el sur.

❖ **Martí Arís, C. Pabellón y patio, elementos de arquitectura moderna. Editorial Revista Dearq**

El pabellón y el patio al ser abstraídos son contrarios, sin embargo, ambos interactúan entre sí, permitiendo que los espacios se liberen de manera vertical y horizontal, generando aberturas diversas y multidireccionales en el espacio.

❖ **Higuera, E. (2006) Urbanismo Bioclimático. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.**

La carencia de vegetación en algunas zonas cálidas, permite vincular el paisaje como un elemento fundamental de protección y refugio. Su importancia reside en que la concentración y uso de superficies verdes genera una relación con el concepto de oasis que es favorable en el lugar. La tipología edificatoria que mejor se relaciona con las zonas cálidas es la de patio, donde hay hileras y un conjunto compacto ubicado en orientación este-oeste. Complementado con el efecto volumen y formas macizas resulta ser lo más adecuado para el lugar. Al interior lo más favorable es una ordenación con espacios a la introversión, lo que beneficia el microclima de los espacios.

❖ **Serra, R. Coch, H. (1995) Arquitectura y energía natural. Barcelona. Editorial UPC.**

Las características de la forma global del edificio influyen notablemente en las condiciones ambientales, algunas de ellas pueden ser intervenidas como: la compacidad (concentración de masas que componen el edificio), la porosidad (proporción lleno-vacío) y la esbeltez.

La intervención formal con patios, con la presencia de plantas y agua para humidificar el ambiente, mejora la conducción del aire fresco. La acción de enfriamiento del viento al interior de un edificio, realizada por ventilación natural depende de la forma y las

dimensiones de la abertura. Este efecto Venturi aprovecha el embudo que genera las aberturas para potencializar el aire al interior.

El paisaje dentro del hecho climático juega un papel fundamental, donde la presencia de agua fomenta la evaporación y almacenamiento de vapor fresco que contribuyen a la mejora de la masa térmica global. La doble cubierta o doble pared dentro del edificio es otra de las soluciones pasivas más efectivas, donde el espacio resultante entre ambos muros puede aprovecharse con mecanismos de enfriamiento natural, como vegetación o canales hídricos.

❖ **Requena, I. (2013). Arquitectura adaptada al clima en la obra de Le Corbusier: La Casa de Brasil en París. Revista de Inv. Cient. en Arq. Alicante, España.**

Le Corbusier desarrolló la forma arquitectónica en función de regular las condiciones climáticas y generar un ambiente de confort al interior, sin necesidad de depender de soluciones mecánicas.

En algunas obras del arquitecto suizo, (a pesar del comienzo de la industrialización y la modernidad) se ven reflejadas algunas preocupaciones sobre la climatización. Desde entonces se habla sobre el concepto de Aérateur y Brise-Soleil.

Los Aérateur o Aireador son aberturas ubicadas estratégicamente con una proporción esbelta sobre una superficie expuesta. El viento que atraviesa la abertura eleva su velocidad y genera una zona de beneficio a la ventilación y renovación del aire, con el sistema de "lámina de aire".

❖ **Requena, I. (2011). Arquitectura adaptada al clima en el Movimiento moderno: Le Corbusier (1930-1960). U. Alicante.**

Algunos proyectos de Le Corbusier se enfocaron en mejorar la climatización al interior. Se desarrollaron técnicas pasivas en función del confort sin necesidad de recurrir a métodos alternos. Defendió la ventilación e iluminación natural, la protección y el aprovechamiento de los recursos naturales. Presentó soluciones modernas a la problemática de la radiación y el buen uso de la ventilación, mediante la composición y estrategias pasivas arquitectónicas.

2.4 Estado del arte

Los conceptos mencionados dentro del estado del arte, muestran las nuevas tecnologías, proyectos y desarrollos de vanguardia que se pueden implementar dentro de la arquitectura bioclimática. De manera general, estos conceptos tratan de reducir el impacto durante y después de la construcción del proyecto, teniendo en cuenta las energías renovables, la reducción de la huella de carbono, el reciclaje de materias primas y la forma arquitectónica y sus espacialidades como método de ahorro energético en la arquitectura y su aporte a la sostenibilidad mediante la arquitectura.

Tabla 2

Estado del arte

Año	Proyecto	Objetivo	Conclusiones
2021	Centro de vida comunitaria en Trinitat Vella, <i>Haz arquitectura.</i>	Crear edificios pasivos capaces de reducir al mínimo el consumo energético y de materiales, el centro se ha diseñado teniendo en cuenta toda su climatización con pozos geotérmicos.	Este proyecto cuenta con conceptos y estrategias bioclimáticas que resultan en una mejora sostenible y bioclimática para la arquitectura contemporánea, sin dejar de lado la estética, la funcionalidad y la utilización del efecto volúmen en la forma arquitectónica.
2021	Casa con impresión 3D adobe, <i>Mario Cucinella Architects.</i>	Crear el primer modelo de casa ecosostenible impreso en 3D y fabricado íntegramente con tierra cruda.	La creación y desarrollo de esta casa, permite evidenciar que los biomateriales locales y la tecnología pueden potencializar la industria de la construcción sostenible en la arquitectura.

Tabla 2. Continuación

Año	Proyecto	Objetivo	Conclusiones
2019	Concreto fotovoltaico, <i>IPN México.</i>	El concreto se mezcla con elementos que le permitirán la captación de radiación solar y generar electricidad.	Esta nueva tecnología en concreto permite reducir las emisiones de carbono en la industria de la construcción. Resultando con un beneficio ambiental y energético a corto, mediano y largo plazo.
2019	Madera plástica, <i>CIT México.</i>	Disminuir la contaminación plástica en el medio ambiente evitando su acumulación en el mar y la tierra.	La madera plástica es un invento funcional y sostenible, generado a partir de residuos que contaminan el ambiente, los cuales se reciclan y aprovechan para mobiliario urbano, elementos interiores y más.
2012	Torres AL bahar, <i>Aedas Architects.</i>	Fachadas cinéticas combinadas con tecnología similar al ojo humano y a la naturaleza. Protegen el edificio de la luz y el calor en exceso, evitando el calentamiento excesivo del espacio.	Las fachadas cinéticas de estas torres van un paso más allá de la evolución tecnológica, donde por medio de una analogía a la naturaleza, la fachada se abre y se cierra como una flor cuando recibe sol. Esta acción en el revestimiento mejora significativamente el clima al interior de los espacios.

Nota. Tabla de descripción del estado del arte

2.5 Marco normativo

Es fundamental que los proyectos de construcción y diseño arquitectónico de instituciones educativas cumplan con las normativas y regulaciones para garantizar la seguridad, la funcionalidad y la eficiencia de los espacios. El marco normativo de los colegios en Colombia está compuesto por varias leyes y decretos que establecen las pautas y regulaciones para el funcionamiento de las instituciones educativas en el país. Sin embargo, para el proyecto se realizaron los estándares y lineamientos establecidos en la NTC 4595.

La Norma Técnica Colombiana NTC 4595 (Ingeniería Civil y Arquitectura, Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares) tiene por objetivo establecer los requisitos para el planeamiento y diseño físico-espacial de nuevas instalaciones escolares y para la evaluación y adaptación de infraestructuras existentes, que permitan mejorar la calidad de la educación. Esta norma se estructura en la clasificación de los ambientes, requisitos de accesibilidad, instalaciones técnicas, comodidad y seguridad. Para tal fin, se estudian las condiciones básicas de aberturas, protección de radiación, materiales, orientación y contexto.

Por otro lado, se aplicaron en el proyecto los títulos J y K de la Norma Sismorresistente NSR-10. Los cuales contemplan los requisitos de contraincendios y complementos de seguridad en la edificación. La edificación se clasifica como Institucional I-3 (Según tabla J.1.1-1. Grupos y subgrupos de ocupación. Título J, NSR-10) por ende, se contemplan aspectos de seguridad, accesibilidad y evacuación tales como: Distancias de recorrido, carga de ocupación por piso, flujo de usuarios, dimensiones de las salidas, disposición de pasillos, corredores y escaleras. Además de las rutas de evacuación mínimas por piso según su área y número de ocupantes. (Lo anterior, relacionado con la Tabla K.3.3-2 Grupos y subgrupos de ocupación. Título K, NSR-10). A continuación, se presentan las figuras relacionadas al cumplimiento de la norma NTC 4595 en el proyecto.

Figura 11

Aplicación de la normatividad en el proyecto

DISPOSICIÓN DE PASILLOS Y CORREDORES		
ESPACIOS	DISTANCIA	CONJUNTO
6	31 mts	49 mts
TAMAÑO Y DIMENSIONES DE SALIDAS		
ANCHO DE PUERTAS (m)	ANCHO DE PASILLOS (m)	ANCHO DE RAMPAS (m)
1.20	3.00 y 3.80 mts	1.40
CARGA DE OCUPACIÓN		
NÚMERO DE SALIDAS	NÚM. MIN. OCUP.	NÚM. MÁX. OCUP.
2	240 hab.	380 hab.
DISTANCIAS DE RECORRIDO		
ESPACIO	DIST. MIN.	DIST. MÁX.
NIVEL 0	8 mts	30 mts



CUADRO DE ÁREAS				
ÁREA NETA (m2)	CESIÓN TIPO A (Aislamientos) 2 mts	CESIÓN TIPO B (m2 de Parque) 1.051	I.O 0.46	I.C 0.75
2.694				
CUADRO DE ÁREAS				
ÁREA ÚTIL (m2)	Huerta Escolar (m2) 65.10	Zonas verdes (m2) 124.58	Número Max. de Pisos (Norma) 4	Número Max. de Pisos (Proy.) 3
1.628				

Nota. *Aplicación de normatividad en el proyecto.*

2.6 Marco referencial

En este capítulo se busca analizar y aprovechar los referentes teóricos o proyectos arquitectónicos, que han incidido en la aplicación y desarrollo de la arquitectura bioclimática. Los proyectos referentes son una parte fundamental para conocer los alcances y estrategias que han sido efectivas en este tema. A continuación, se presentan los referentes más representativos de teoría, actividad y uso para el centro educativo. Aplicando el concepto del efecto volumen, se encuentra el proyecto de la Tienda IKEA de Querkraft Architects en el año 2022. Ubicado en Viena, Austria, el volumen que se encuentra ubicado en una cuadrícula en 3D, está elaborado en acero y hormigón, dicha cuadrícula envuelve el edificio e incluye terrazas incrustadas en la fachada del edificio. El mobiliario urbano, especialmente diseñado para la movilidad peatonal, debido a que no se contemplaron espacios de aparcamiento, (por su baja utilización en la zona) permite una gran flexibilidad en el diseño y uso del espacio en la azotea pública. Los árboles incluidos en los retrocesos del edificio garantizan el acondicionamiento eficiente de los microclimas interiores.

Figura 12

Volumen del proyecto: Tienda IKEA, Querkraft Architects

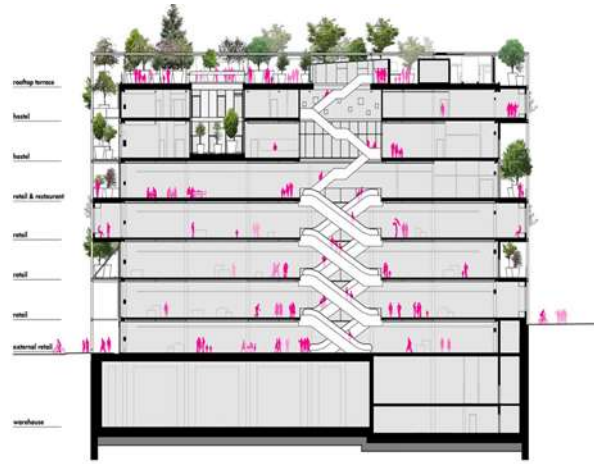


Nota. Render de proyecto con efecto volumen en la composición. Tomado de: Pintos, P. (2022) Tienda IKEA / Querkraft. Archdaily. URL. [Tienda IKEA / Querkraft | ArchDaily Colombia](https://www.archdaily.com/954848/tienda-ikea-querkraft-architects)

Analizando la morfología del proyecto, se puede evidenciar que las terrazas suministradas en la fachada y al interior del proyecto, pueden llegar a entenderse como un ecosistema de oasis fragmentado, que, con ayuda de la vegetación fresca, ayuda a refrescar los microclimas que se pueden dar en los espacios. La envolvente, conformada por un retroceso perimetral de unos 4.50 m, recorre el edificio y le proporciona sombra la mayor parte del día, además que permite que los espacios periféricos cuenten con una extensión al aire libre que limpia la ventilación de los espacios interiores, gracias a el área destinada para terrazas y zonas verdes. En total, el proyecto cuenta con 160 árboles al interior del proyecto, los cuales se aprovechan en el área de suelo del edificio.

Figura 13

Sección del proyecto: Tienda IKEA, Querkraft Architects



Nota. La sección muestra la relación de masa y revestimiento para refrescar los ambientes. Tomado de: Pintos, P. (2022) Tienda IKEA / Querkraft. Archdaily. [Tienda IKEA / Querkraft | ArchDaily Colombia](#)

Los patios al exterior e interior del proyecto, ayudan a mitigar la condición de isla de calor presentada en la mayoría de las ciudades debido a la baja superficie verde incluida en las áreas. Los árboles y vegetación de este proyecto tienen y generan un efecto refrescante y humectante en el ambiente, como un tipo de aire acondicionado natural, lo cual mejora el clima desde el ambiente peatonal hasta el exterior refrescando la manzana urbana.

La estructura del edificio al interior, conformada por pilares de hormigón que se levantan en una retícula de 10 X 10 metros, permite una configuración de planta abierta, lo cual genera una combinación de funciones a través de los varios niveles que conforman el edificio. Las adaptaciones tienen origen en las demandas de los edificios actuales, los cuales deben contener una mixtura de usos para funcionar y prevalecer con dinamismo peatonal y urbano dentro de las ciudades, lo cual permite mantener los usos y las circulaciones vivas las 24 horas del día.

Figura 14

Alzado del proyecto: Tienda IKEA, Querkraft Architects



Nota. La figura muestra la fachada del proyecto vinculado con el volumen y el paisaje. Tomado de: Pintos, P. (2022) Tienda IKEA / Querkraft. Archdaily. [Tienda IKEA / Querkraft | ArchDaily Colombia](#)

Con este proyecto podemos dar cuenta de la responsabilidad que tienen las nuevas construcciones las cuales deben fomentar un impacto positivo que puede llegar a contribuir al confort climático; reduciendo la isla de calor, generando conciencia desde la reducción de automóviles contaminantes y el beneficio de la forma, el volumen y el revestimiento del proyecto, mediante técnicas de arquitectura bioclimática. Diseñado en 2022, por el grupo de arquitectos MVRDV, el proyecto Oasis Tower busca relacionar el concepto de refugio natural y refrescante en su composición. Ubicado en la vanguardia de la sostenibilidad, el proyecto busca convertirse en el refugio de la creciente metrópoli de Nanjing en China. Donde otro de los objetivos principales del proyecto es generar una especie de parque en la zona inferior del proyecto, que se relaciona con la vegetación vertical incluida en las torres de 150 m de altura. Con lo anterior, el espacio destinado como oasis actúa como ente generador de refrigeración y biodiversidad contenida.

Formalmente, el proyecto genera una fragmentación en el centro de su composición, enmarcando los balcones verdes en diferentes formas, tamaños y direcciones, reflejando una repetición espacial del concepto oasis en toda la composición, permitiendo que todos los espacios del proyecto cuenten con espacios refrescantes que mejoren el confort climático en su interior. Los oasis, que en este caso se encuentran en forma de balcones, refrescan uno a uno los niveles de las torres, fomentando la mezcla entre la naturaleza

y el hecho urbano en medio de una metrópoli y cómo así se puede atribuir a la mejora del ambiente climático al interior y al exterior del hecho compositivo.

Figura 15

Planta de cubiertas del proyecto: Oasis Tower, MVRDV



Nota. La planta de cubiertas demuestra la relación del Oasis en la implantación. Tomado de: MVRDV (2022) Oasis tower, refugio verde entre rascacielos. Arqa. [Oasis Towers – ARQA](#)

Las torres generan un entorno de zonas verdes, que refugian el oasis. El paisaje de este proyecto va de la mano con la acción de proteger a los residentes y generar terrazas transitables. El proyecto contiene varias estrategias de sostenibilidad, como limpieza y reutilización de aguas grises, vegetación fresca para refrescar el ambiente y bombas de calor para reducir el consumo de energía.

Figura 16

Sistema de reciclaje de aguas, Oasis Tower, MVRDV

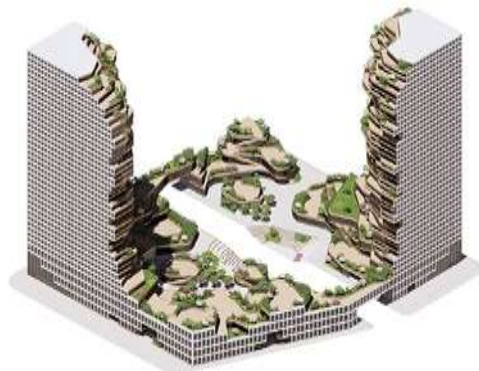


Nota. La sección muestra el reciclaje de aguas lluvias implementada en la torre. Tomado de: MVRDV (2022) Oasis tower, refugio verde entre rascacielos. Arqa. [Oasis Towers – ARQA](#)

La forma de las torres y su disposición están ubicadas estratégicamente para aprovechar los vientos predominantes del oeste para potencializar la ventilación natural. Por último, los balcones profundos y con gran vegetación protegen los espacios interiores del exceso de calor que pueda ingresar, refrescando y mejorando el confort climático al interior.

Figura 17

Figura esquemática del proyecto: Oasis Tower, MVRDV



Nota. En el esquema se evidencia como el proyecto conforma dos manzanas atravesadas por la vía y complementa el oasis vertical y horizontal. Tomado de: MVRDV (2022) Oasis tower, refugio verde entre rascacielos. Arqa. [Oasis Towers – ARQA](#)

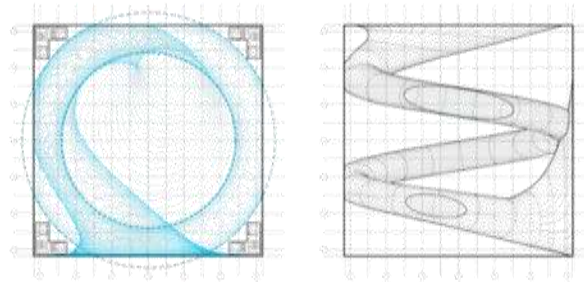
Aplicando el concepto de succión del efecto Venturi, se encuentra el proyecto TEK: Centro de Tecnología, Entretenimiento y Conocimiento de Taipéi, Taiwán. Diseñado por

BIG Architects, en 2021, el proyecto está compuesto por un volumen cúbico macizo, ideal (según el efecto volumen) para contrarrestar los efectos medioambientales desde la forma arquitectónica. El bloque está consolidado con un programa variado, además de estar contenido en un espacio de $57 \times 57 \times 57 \text{ m}^3$ que se ve interrumpido por una trayectoria conformada por la succión del volumen, que posteriormente se convierte en una trayectoria pública y peatonal que da dinamismo al interior del proyecto.

Al analizar los diagramas del proyecto, se puede evidenciar la conjugación de formas geométricas, donde se intersecta una elipse en los ejes transversales, en medio del volumen cúbico. La mezcla de figuras extremadamente opuestas, refleja cómo la complejidad de la elipse se involucra directamente con la simplicidad y ortogonalidad del cubo, lo cual refleja la gran mezcla que lograron los arquitectos dentro de la composición. En este diseño contemporáneo, como es habitual, se vincula la vegetación para ayudar a refrescar y generar aire fresco en los espacios. Dentro del proyecto, el rizo en forma de espiral juega un papel fundamental tanto espacial como técnicamente. El agujero que inicia desde el espacio público permite vincular el recorrido peatonal desde el comienzo del proyecto, el cual termina en la cubierta del mismo. Esta circulación semiabierta funciona como flujo peatonal y acceso principal del proyecto, además de funcionar como elemento de entrada y salida de flujos de aire al interior del proyecto. El interior de la circulación funciona con una escalinata de acceso libre hasta la plaza pública ubicada a 57 m de altura.

Figura 18

Diagrama del proyecto: TEK, BIG



Nota. Diagrama con figuras conceptuales intersectadas. Tomada de: Warmann, C. (2011) TEK By BIG. Deezen. [TEK by BIG | Deezen](#)

La envolvente del proyecto funciona como un mecanismo que proporciona sombra al interior, mediante láminas de hormigón que protegen y vinculan el interior con el exterior a la vez que permiten la entrada de iluminación natural en los espacios al interior del proyecto. Sucintamente, la composición volumétrica del proyecto combina los efectos volumen y Venturi que propician un mejor clima al interior y exterior del proyecto. El cubo funciona como una masa termal (tipo iceberg) que mitiga las temperaturas extremas al interior debido a su gran superficie. Mientras que el espiral funciona como un efecto Venturi, al permitir el ingreso del aire a través de la abertura longitudinal a lo largo del volumen, lo que genera una captación y aprovechamiento del aire para su posterior distribución y uso dentro de los espacios del proyecto. De esta manera, el proyecto contribuye a la mejora climática mediante la composición y estructura formal de la volumetría arquitectónica. El proyecto TEK converge varias estrategias de arquitectura bioclimática pasiva:

Figura 19

Render del proyecto: TEK, BIG

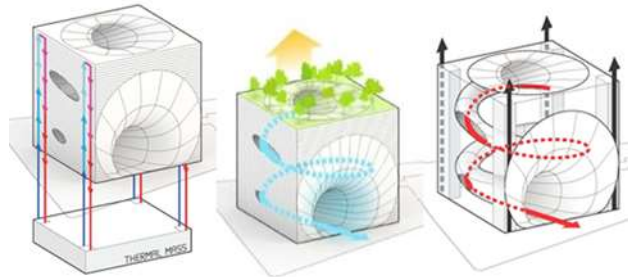


Nota. Render del proyecto con sustracciones técnico-espaciales. Tomada de: Warmann, C. (2011) TEK By BIG. Deezen. [TEK by BIG | Deezen](#)

Al funcionar como una masa termal, el proyecto reduce los impactos climáticos locales y al mismo tiempo, refrescar la composición mediante el efecto Venturi.

Figura 20

Estrategias formales y bioclimáticas: proyecto TEK, BIG



Nota. Figuras ilustrativas de los beneficios técnicos de la forma. Tomada de: Warmann, C. (2011) TEK By BIG. Deezen. [TEK by BIG | Deezen](#)

Con los proyectos anteriormente mencionados, se puede evidenciar que la forma arquitectónica y las características de la misma influyen en el confort climático.

2.7 Marco contextual

El municipio de Malambo, Atlántico, ubicado en la zona metropolitana de Barranquilla, colinda con otros municipios de importancia para esta ciudad costera, como lo son Soledad, Sabanagrande y Puerto Colombia.

Malambo cuenta con un contexto histórico importante, ya que allí existían varios grupos aborígenes los cuales poseían sus propios caciques, entre los más populares estaban Mokaná, Bonda y Coto. Parte de su cultura se identifica a través de la cerámica con representación geométrica, antropomorfa y zoomorfa, las cuales tienen lugar de producción en las comunidades mencionadas.

Para el periodo colonial y virreinal, Malambo estuvo bajo órdenes de Pedro de Heredia, quien tras atravesar el río Magdalena entrega como encomienda el lugar a Jerónimo de Melo, posteriormente se inició con la evangelización de los indígenas de la zona alrededor del año 1599, hasta su fundación el 30 de agosto de 1531.¹

El periodo de la independencia estuvo marcado por las luchas que los pobladores tuvieron que protagonizar como la Campaña del Magdalena en 1812 y el Asedio de Cartagena en 1821.

En este intervalo de conflictos, Malambo funcionó como protección y retaguardia a Cartagena hasta que la opresión de los invasores obligó a las familias Malambras a huir estableciendo así nuevos asentamientos.

En el periodo republicano del siglo XIX, aproximadamente en el mes de junio de 1849, en la ciudad de Barranquilla aconteció una cólera de morbo asiático que provenía de los barcos que arribaron a Panamá. Con lo cual, los puertos de Malambo y Soledad fueron los que permitieron que no se bloqueara el comercio fluvial que provenía desde Girardot, recibiendo las mercancías de Hierro y Tabaco provenientes de Pacho y El Carmen, respectivamente.

Los puertos anteriormente mencionados fueron eliminados debido al eje que conectaba los puertos de Barranquilla con el Ferrocarril de Bolívar, lo que afectó fuertemente la economía de Malambo.

Su ubicación geográfica está convenientemente centrada en la ribera occidental del río Magdalena, la cual colinda con una de las vías más importantes del municipio, la Carretera Oriental (Calle 30 de Barranquilla, ubicada a 12 km al norte). Malambo se

¹ «Malambo, 486 años “Encuentro de dos culturas”». *web.archive.org*. 29 de agosto de 2018. Archivado desde el original el 29 de agosto de 2018.

encuentra conformada por las zonas de Cabecera Municipal, Caracolí, La Aguada y Pitalito. Con una superficie de 108 km² el área urbana del Municipio está contemplada por el 24.88% de la superficie total. Mientras que la población Malembera (hasta el 2017) tuvo un censo de 125,245 habitantes, con una densidad poblacional de 917,2 hab/km² de los cuales 118.070 se encuentran en la zona urbana.

Figura 21

Mapa del Municipio de Malambo



Nota. El mapa refleja las zonas urbanizadas y las zonas rurales del municipio. Tomado de: Gobernación del Atlántico (2014). Malambo. [Malambo \(atlantico.gov.co\)](http://atlantico.gov.co).

Ubicado a 10 m.s.n.m, la geografía y geología de Malambo es uno de los aspectos más importantes para la investigación, debido a que su clima tropical seco, define uno de los temas de partida del proyecto: el confort climático. Su relieve se caracteriza por ser de tierras planas, regadas sobre y por el río Magdalena en las cuales se practica la ganadería y la agricultura centrada en el cultivo de arroz, algodón y yuca. La hidrografía que conforma parte del sistema general de Malambo, se compone principalmente del río Magdalena y las subcuencas de la Ciénaga de Malambo en el costado oriental y las microcuencas de San Blas, Madama y Caracolí al costado occidental.

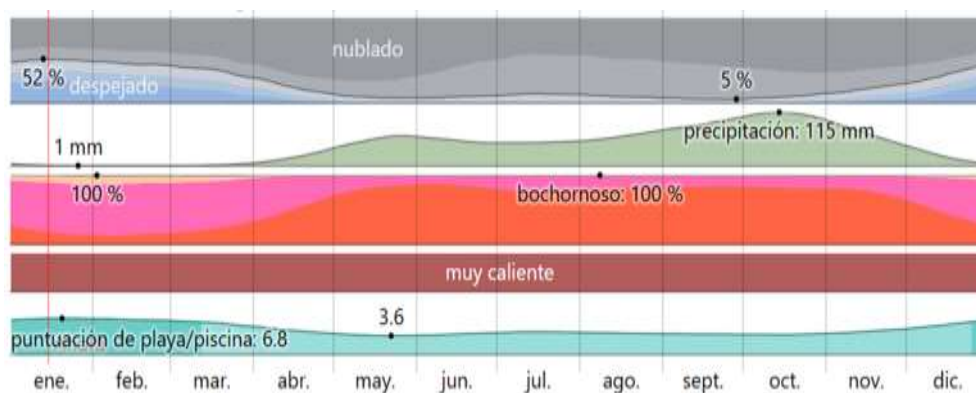
En Malambo, la temporada de lluvia es nublada mientras que la temporada seca es ventosa, parcialmente nublada, muy caliente y opresiva durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 24 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 23 °C o sube a más de 35 °C. La temporada calurosa dura 3,2 meses, del 1 de abril al 6 de julio, y la temperatura máxima promedio diaria es de 32 °C. El mes más cálido del año en Malambo es junio, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y

mínima de 25 °C. La temporada fresca dura 2,5 meses, del 6 de diciembre al 21 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es de menos 31 °C. El mes más frío del año en Malambo es enero, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima de 31 °C.

Con una temperatura media de 28°, la mayoría de los días en Malambo se consideran calurosos. Según reportes de mediciones con estaciones meteorológicas «weather-atlas.com», el mes más cálido en Malambo (con el máximo promedio de temperatura alta) es agosto, con 31.7°C, mientras que, el mes con el promedio de temperatura más baja es febrero con 25.8°C. Sin embargo, en la reciente ola de calor presentada en los meses de marzo y mayo del año 2023, se reportaron temperaturas hasta de 38.3°C, con sensación térmica de 41°C. A continuación, se presentan los gráficos pertenecientes al clima en Malambo:

Figura 22

Gráfico de clima anual en Malambo



Nota. El gráfico refleja la media de calor anual. Tomado de: [El clima en Malambo, el tiempo por mes, temperatura promedio \(Colombia\) - Weather Spark](#)

Figura 23

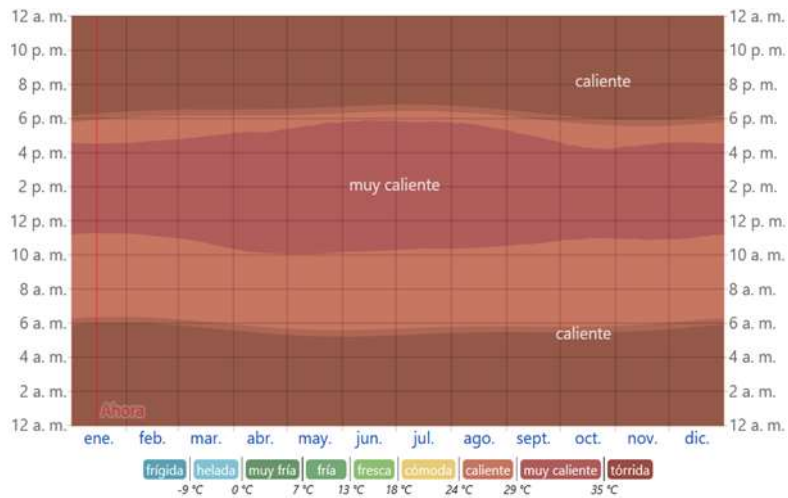
Gráfico temperatura mínima y máxima promedio en Malambo



Nota. La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio a diario con las bandas de los percentiles. Las líneas delgadas promedian las percibidas correspondientemente. Tomada de: [Archivo meteorológico Malambo - meteoblue](#)

Figura 24

Temperatura promedio por hora en Malambo



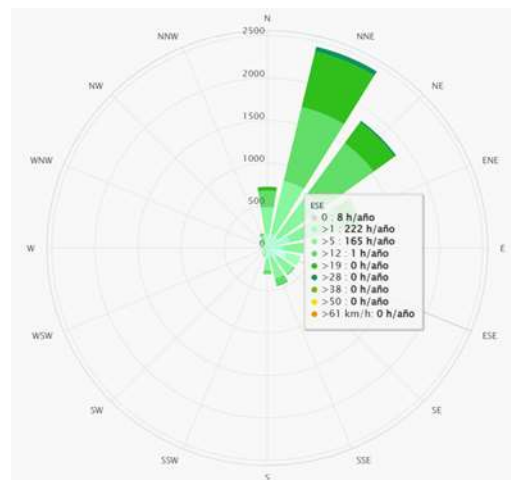
Nota. La temperatura promedio por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil. Tomado de: [El clima en Malambo, el tiempo por mes, temperatura promedio \(Colombia\) - Weather Spark](#)

Los gráficos anteriores son ponderaciones de los resultados meteorológicos de la zona, por ende, se puede evidenciar las fuertes olas de calor que presenta el municipio de Malambo. En este contexto climático, se entiende que la arquitectura del lugar debe

cumplir algunas características mínimas que ayuden a mitigar el encerramiento del calor al interior de los espacios y se apliquen las teorías de la arquitectura bioclimática, con el fin de brindar por medio de la arquitectura un refugio fresco y seguro frente al exterior cada año más caluroso. En conclusión, el proyecto debe atender las necesidades climáticas de temperatura en horas de la tarde, cerrando su fachada oeste al máximo para evitar el calentamiento en las horas más calurosas (entre 12 p.m. y 4 p.m.). Además de proteger las cubiertas con el fin de mitigar materiales que sobrecalientan el interior. Por otro lado, uno de los aspectos importantes, de las determinantes del lugar y que serán aprovechadas en el proyecto son los vientos. Los cuales se reflejan en la siguiente figura.

Figura 25

Rosa de los vientos en Malambo



Nota. La Rosa de los Vientos para Malambo muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Tomada de: [Archivo meteorológico Malambo - meteoblue](#)

Con la figura anterior, la rosa de los vientos expone la dirección y magnitud del viento proveniente del noreste del lugar. En este caso, las fachadas norte y este reciben la mayor cantidad de vientos del proyecto, los cuales deben contener los espacios que mayor necesidad de aire fresco y renovación de aire requieren. De este modo, se conciben algunas estrategias de arquitectura bioclimática preliminares para la solución del problema de las horas más calurosas y el acceso y distribución de los vientos predominantes; los cuales son: muros permeables para el acceso del viento que

garanticen el cerramiento y la seguridad de la edificación, aleros prominentes en las fachadas que permitan la protección y generación de sombra directamente en las caras exteriores del proyecto y las formas funcionales que permitan la captación de aire fresco precedido en espacios sombreados y en relación con vegetación que permitan refrescar los espacios.

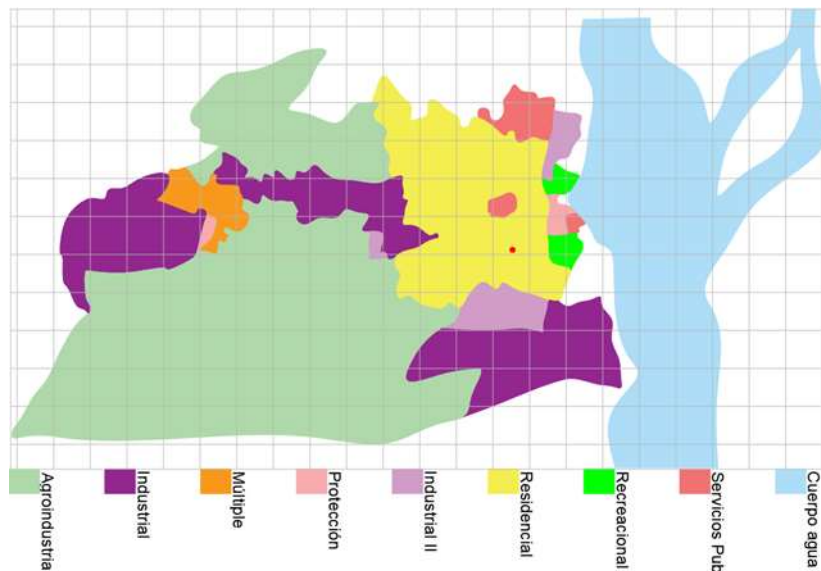
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 Diagnóstico urbano

El municipio de Malambo actualmente se considera un eje comercial, valioso para operaciones industriales ya que allí se ubican la mayoría de parques industriales que producen en la región. De tal modo que este uso (junto al uso agroindustrial) son los más predominantes del municipio. Sin embargo, en el casco urbano el uso predominante es el residencial. Existen zonas de circulación laboral y permanencia residencial dentro del Municipio donde ambos aspectos se relacionan entre sí.

Figura 26

Plano de usos del suelo Municipio de Malambo



Nota. La figura representa los usos predominantes del municipio de Malambo

En la figura se muestra que el sector agroindustrial conforma una gran parte de la zona rural del municipio. Mientras que el sector industrial se encuentra en las zonas periurbanas y donde muchos de los habitantes de la zona urbana se encuentran laborando. El casco urbano del municipio está conformado principalmente por el uso residencial y comercial, mientras que la zona de la problemática está rodeada del uso residencial y mixto, como se muestra en la figura a continuación.

Figura 27

Plano de usos del suelo en zona problemática



Nota. La figura representa los usos predominantes en la zona de la problemática (punto rojo) Tomado de: Gobernación del Atlántico (2014). Malambo. [Malambo \(atlantico.gov.co\)](http://atlantico.gov.co)

El sector de la problemática, cuenta con una zona agropecuaria que se vincula con el arroyo existente San Blas, el cual descarga en la ciénaga de Malambo, cercana al lugar. En esta zona existe una relación entre el espacio natural y la zona residencial altamente densificada, donde las tipologías y la conformación de las edificaciones generan un papel fundamental, al desarrollarse la isla de calor en la zona.

Existe una relación entre la isla de calor urbano y la forma de las edificaciones. La isla de calor urbano se refiere al fenómeno en el cual las áreas urbanas experimentan temperaturas más altas que las áreas circundantes debido a la concentración de edificaciones, pavimentos y actividades humanas. La forma y el diseño de las edificaciones pueden influir en la magnitud de la isla de calor urbano de varias maneras:

Altura y densidad. Edificios altos y densamente agrupados pueden reducir la ventilación natural y bloquear la circulación del aire. Esto puede contribuir a la retención de calor y aumentar las temperaturas locales.

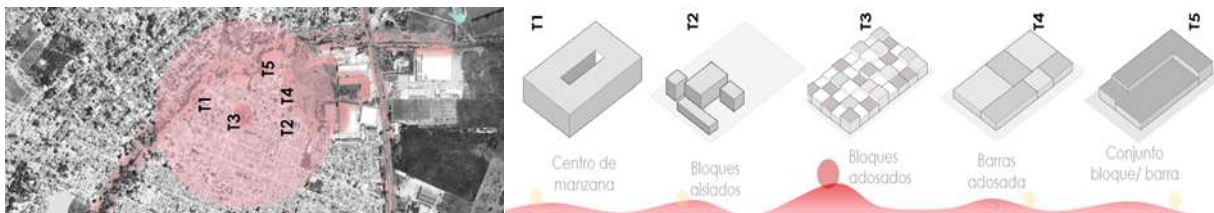
Materiales de Construcción. El tipo de materiales utilizados en la construcción de edificaciones puede afectar la absorción y liberación de calor. Materiales como el asfalto y el concreto tienden a retener el calor, contribuyendo así al aumento de las temperaturas en las áreas urbanas.

Áreas Verdes. La presencia de espacios verdes y áreas ajardinadas puede ayudar a reducir la isla de calor urbano. Edificaciones con diseños que incluyan áreas verdes, techos verdes o fachadas ajardinadas pueden mitigar el efecto de calentamiento.

Orientación y Diseño. La orientación de las edificaciones y su diseño arquitectónico pueden influir en la cantidad de radiación solar directa que reciben. Un diseño que optimice la sombra y la ventilación puede ayudar a reducir las temperaturas locales.

Figura 28

Tipologías de la zona problemática

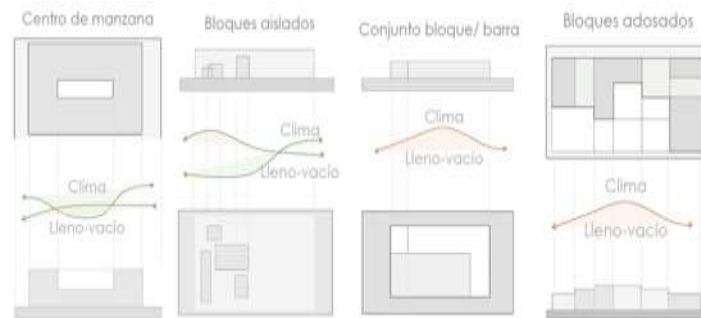


Nota. En la figura se muestran las tipologías cercanas del lugar

Al analizar las tipologías del sector, se pueden evidenciar varios tipos desde configuración similar a centros de manzana, bloques aislados, bloques adosados, barras adosadas y conjuntos de bloque y barra, las cuales afectan la climatización del lugar. En las tipologías más densas y pobladas, se incrementa el efecto de ola de calor, debido al encerramiento del calor y la falta de ventilación, mientras que, en las tipologías de centros de manzana o bloques aislados, la ventilación circula entre las edificaciones y por ende se refresca más el entorno climático.

Figura 29

Tipologías edificatorias de la zona



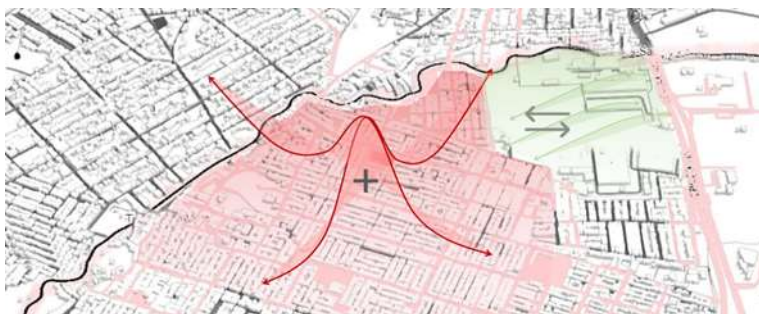
Nota. En la figura se evidencian las diferentes tipologías existentes y su relación con la isla de calor

Los contextos relacionales del lugar, se ven reflejados en los análisis con respecto a la climatización de la zona y su relación con las tipologías edificatorias. El clima y la sensación térmica en la zona densamente poblada y construida forma parte del problema de la investigación, donde el calor se encierra en los espacios y prohíbe a los usuarios sentir confort térmico en espacios educativos y domésticos.

El paisaje urbano también forma una parte fundamental, debido a que la zona construida mantiene una temperatura exterior e interior más elevada que otras zonas, mientras que la zona más cercana a paisajes naturales y frescos aprovechando la ventilación al exterior entre calles y al interior de las viviendas (relación lleno y vacío). Mientras que la densidad poblacional y urbana en el hecho construido, genera una isla de calor en la zona poblada. Alrededor, en todas las viviendas se condensa el calor al exterior y al interior. Mientras que en espacios más libres y abiertos el calor se disipa o distribuye de manera uniforme.

Figura 30

Relación tipológica con la isla de calor.



Nota. La figura muestra como en tipologías edificatorias sin vacíos para ventilación aumentan la isla de calor.

La falta de espacios verdes en entornos urbanos puede contribuir significativamente al fenómeno de la isla de calor urbano. La isla de calor se caracteriza por temperaturas más altas en áreas urbanas en comparación con las áreas circundantes, y la ausencia de espacios verdes puede agravar este efecto de varias maneras:

Mayor absorción de calor. Los materiales urbanos, como el asfalto y el concreto, tienden a absorber y retener el calor. En ausencia de áreas verdes, donde la vegetación puede proporcionar sombra y evaporación, los materiales de construcción pueden absorber más calor, contribuyendo al aumento de las temperaturas locales.

Menor evaporación. Los espacios verdes, como parques y jardines, son fundamentales para la evaporación del agua a través de un proceso conocido como evapotranspiración, que incluye la liberación de agua por las plantas y la evaporación del suelo. Esta evaporación ayuda a enfriar el entorno. En áreas urbanas con falta de espacios verdes, la evapotranspiración es limitada, lo que reduce la capacidad de enfriamiento natural.

Menos sombra y aire fresco. Los árboles y otras plantas proporcionan sombra, lo que ayuda a reducir la temperatura del entorno al bloquear la radiación solar directa. Además, la vegetación contribuye a la generación de corrientes de aire fresco. Sin espacios verdes, la falta de sombra y la limitada circulación de aire pueden llevar a temperaturas más altas y menos confort térmico.

Aumento del calentamiento nocturno. La falta de espacios verdes puede contribuir al calentamiento urbano durante la noche. Los materiales urbanos que han absorbido calor durante el día pueden liberarlo lentamente por la noche, manteniendo las temperaturas elevadas. Los espacios verdes, por otro lado, tienden a enfriarse más rápidamente durante la noche.

Por otro lado, dentro del diagnóstico urbano se encontraron otras variantes que intervienen en el efecto de la isla de calor y parte de la problemática del sitio.

Existe una baja relación entre el hecho urbano y el hecho natural, donde se puede evidenciar que en la zona existe una predominancia del hecho urbano construido, sin intervenciones naturales o espacios verdes, lo cual aumenta que el efecto de isla de calor sea mayor en esta zona. En la siguiente figura se refleja la diferencia entre el hecho urbano (construido) y el hecho natural.

Figura 31

Relación hecho urbano y natural



Nota. La figura muestra como en tipologías edificatorias sin vacíos para ventilación aumentan la isla de calor.

Para abordar estos problemas y reducir la isla de calor urbano, es crucial incorporar espacios verdes en el diseño urbano y la planificación de las ciudades. La creación de parques, áreas ajardinadas, techos verdes y calles arboladas puede ayudar a mejorar la calidad del entorno urbano, mitigar las altas temperaturas y proporcionar beneficios adicionales para la salud y el bienestar de la población.

Otra relación que se puede evidenciar en el diagnóstico, es el tratamiento entre los llenos y vacíos de la zona, donde existen vacíos naturales y destinados a actividades de

economía verde y circular, mientras que en otras zonas densas no existen vacíos para el aprovechamiento de zonas verdes y naturales. En la siguiente figura se relaciona el vacío con el lleno de la zona residencial, concluyendo que alrededor de las viviendas se condensa el calor al exterior y al interior, mientras que en espacios más libres y abiertos el calor se disipa o distribuye de manera uniforme y que la falta de vacíos urbanos en la zona más densa permite que el efecto de ola de calor aumente en el lugar.

Figura 32

Contraste entre lleno y vacío del contexto



Nota. La figura muestra la baja relación que existe entre el lleno y el vacío entre las tipologías existentes del lugar.

3.2 Análisis estructura ecológica principal

La estructura ecológica de Malambo está compuesta inicialmente por la unión paralela con el río Magdalena, en esta región se forman algunos bosques secos tropicales incluyendo manglares, no obstante, otro ecosistema importante dentro de la estructura de Malambo es la Ciénaga con nombre del Municipio, la cual provee de paisajes y funciones claves para el medio ambiente, como la regulación del agua actuando como amortiguador en contra de inundaciones y sequías, además de la filtración del agua eliminando contaminantes y nutrientes no deseados antes que el agua fluya hacia la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) que suministra al municipio.

En el hecho urbano, se consolidan como eje ambiental importante las zonas verdes destinadas para la preservación y/o recreación. El arroyo San Blas establece un eje ambiental natural que divide al municipio, sin embargo, en algunos tramos su contenido

ecológico y natural se ha visto afectado debido a la afectación e interacción humana en la zona.

Figura 33

Estructura ecológica en Malambo



Nota. La figura muestra los principales componentes de la estructura ecológica de Malambo, como el río Magdalena, la ciénaga de Malambo, el arroyo San Blas y la zona de protección natural. Tomado de: Google. (2022) Mapa satelital realista de Malambo Atlántico. 27/06/2024.

3.3 Análisis estructura socio económica

Como se mencionó anteriormente, el mayor aporte económico del municipio de Malambo es la contribución al sector de manufactura con los parques industriales cada vez más presentes en la región. Por tal motivo, un gran porcentaje de los habitantes de Malambo laboran directamente en estos oficios. Por otro lado, otra parte de la población se dedica a oficios agropecuarios con el cultivo de alimentos y su posterior comercialización al mercado.

De modo general, el municipio cuenta con viviendas entre los estratos 1 y 3, existen pocas viviendas demarcadas con estrato 4 y cuentan con pocos equipamientos dotacionales y urbanos para la población. Como se puede evidenciar en la «figura 27 (usos del suelo)» existen pocos equipamientos y espacios institucionales o de recreación. Con lo cual se hace fundamental invertir en proyectos que contribuyan al desarrollo del municipio.

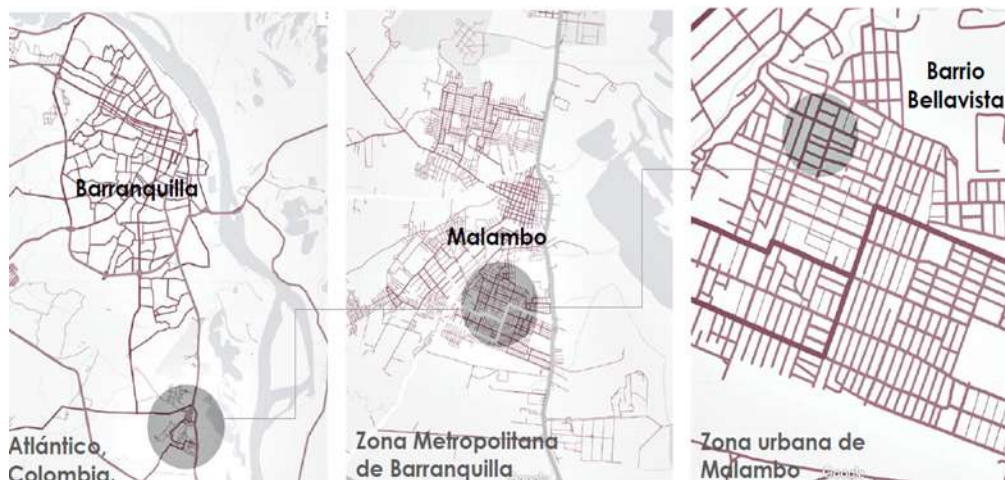
3.4 Análisis estructura funcional y de servicios

Para el desarrollo y crecimiento de las familias que se establecen en el casco urbano y en sus alrededores, es importante definir los equipamientos requeridos por la comunidad. En este caso, el proyecto de investigación busca potenciar el equipamiento existente de la institución educativa Nuestra Señora de la Candelaria Sede Roberto Mendoza, con otras actividades que permitan la conexión y el aprovechamiento por parte de la comunidad. Por otro lado, la infraestructura cercana al proyecto también requiere intervención, debido a que unas calles se encuentran destapadas en mal estado lo cual dificulta la movilidad inclusiva y completa en el sector.

3.5 Localización del proyecto

Figura 34

Localización del proyecto



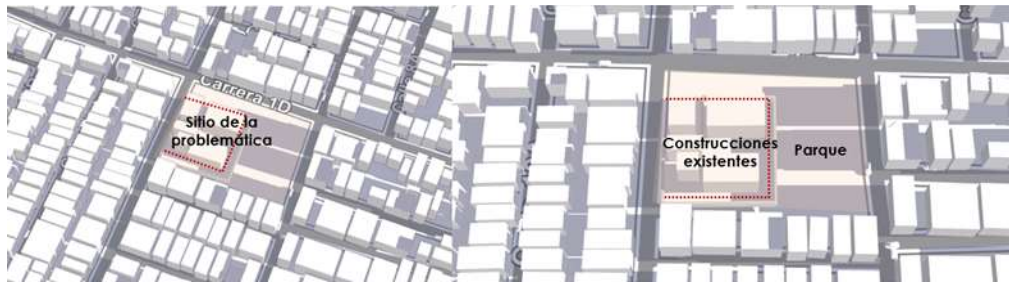
Nota. Localización del proyecto

El proyecto está ubicado en la zona residencial de Buenavista, (calle 10 con carrera 1D) donde prevalece el uso residencial con viviendas de baja altura, (entre 1 y 3 pisos) además de comercio distribuido en los primeros niveles de algunas viviendas que complementan el uso mixto del lugar. En esta zona, se encuentra la Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria (Sede Roberto Mendoza), lugar donde se presenta la problemática de climatización al interior de las aulas educativas.

La manzana donde se desarrollará el proyecto, actualmente cuenta con un parque de bolsillo comunal, donde la comunidad comparte y reside en sus momentos de ocio (sin embargo, no se encuentra equipado).

Figura 35

Sitio de implantación



Nota. La figura muestra el estado actual del lote de la intervención

3.6 Perfiles urbanos

El perfil urbano principal de la zona del proyecto muestra la relación de uso predominante de viviendas residenciales con la infraestructura en mal estado y la institución educativa que presenta la problemática del confort climático. A pesar de las bajas alturas con las que cuenta el sector, la isla de calor es predominante en esta zona, debido a las tipologías edificatorias de las viviendas, ya que son bloques conjuntos no existe buena ventilación entre las viviendas lo que ayuda al incremento de la isla de calor en la zona.

Figura 36

Perfil urbano de la zona



Nota. El perfil urbano muestra el alzado de las edificaciones y su relación con los usos existentes.

El perfil urbano muestra que en la zona no hay mucha interacción entre las edificaciones y manzanas existentes, debido a que solo se encuentran usos comerciales básicos para

la comunidad como lo son: panaderías, tiendas de barrio y servicios básicos como el centro de salud Bellavista. Además, en temporadas de calor, la gente evita salir de sus viviendas evitando así la sobreexposición del sol y por ende, el aumento de la temperatura in situ y sus posibles afectaciones.

3.7 Determinantes del sitio

3.7.1 Vientos

El vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Malambo tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 5,0 meses, del 1 de diciembre al 30 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 14,6 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Malambo es febrero, con vientos a una velocidad promedio de 19,9 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,1 meses, del 30 de abril al 1 de diciembre. El mes más calmado del año en Malambo es octubre, con vientos a una velocidad promedio de 9,6 kilómetros por hora. La dirección predominante promedio por hora del viento en Malambo varía durante el año. El viento con más frecuencia viene del este durante 1,2 meses, del 17 de junio al 23 de julio, con un porcentaje máximo del 52 % en 10 de julio. El viento con más frecuencia viene del norte durante 11 meses, del 23 de julio al 17 de junio, con un porcentaje máximo del 55 % en 1 de enero.

Figura 37

Vientos predominantes



Nota. La figura muestra los vientos provenientes del noreste y su incidencia en el sitio de implantación.

3.7.2 Asoleación

En Malambo, la salida del sol más temprana es a las 5:35 a. m. el 28 de mayo, y la salida del sol más tardía es 48 minutos más tarde, a las 6:22 a. m. el 27 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 5:32 p. m. el 17 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 54 minutos más tarde, a las 6:26 p. m. el 10 de julio. Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evapora de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo.

A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda. El nivel de humedad percibido en Malambo, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 100%

Figura 38

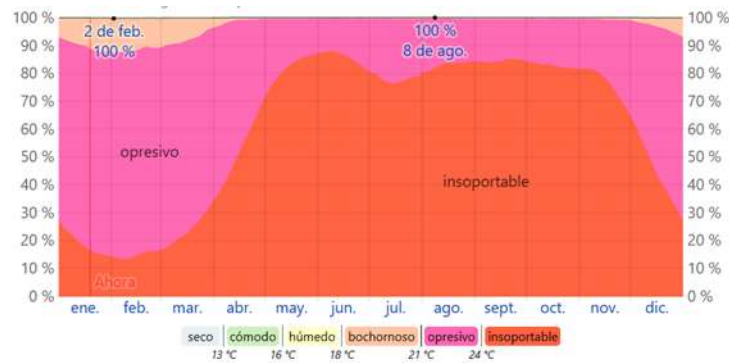
Asoleación de la zona



Nota. Recorrido solar frecuente en el año.

Figura 39

Nivel de percepción de la humedad en Malambo



Nota. La figura muestra las altas humedades del Municipio. Tomado de: [El clima en Malambo, el tiempo por mes, temperatura promedio \(Colombia\) - Weather Spark](#)

Con base a la información presentada, es importante tener en cuenta el manejo de los datos de la temperatura en Malambo y aplicar los conceptos de arquitectura bioclimática convenientes para las percepciones de temperatura y humedad presentadas en el lugar.

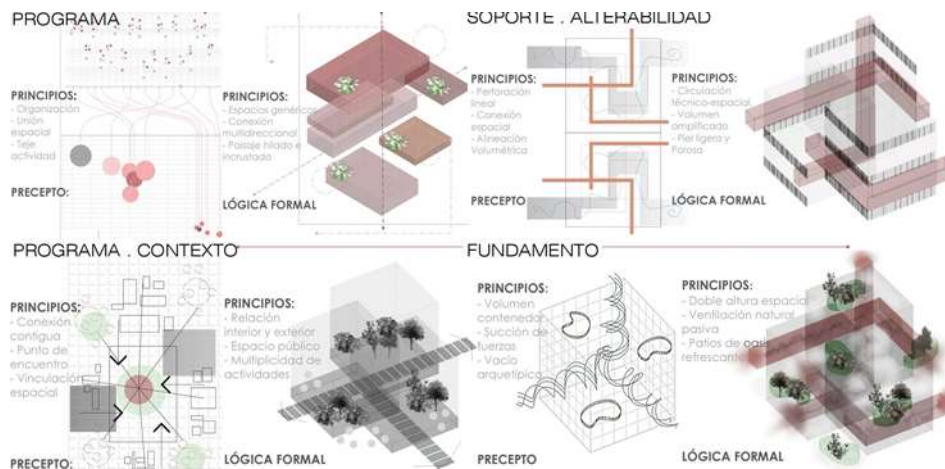
3.8 Exploración formal y formalización

Conceptualización. La conceptualización de proyecto inicia con el análisis y proyección de diagramas representativos con cada una de las ideas planteadas y requeridas para el proyecto del centro educativo con énfasis en la temática de la investigación y problemática.

Los diagramas del proyecto están basados en tres conceptos iniciales los cuales son: el volumen, (relacionado con el efecto volumen en la bioclimática) fragmentación (en relación con la unidad de patio oasis como elemento refrescante en el paisaje y su posterior utilización en varias zonas del proyecto) y circulación (con base a la ventilación del aire potencializado mediante el efecto Venturi). Las anteriores ideas permiten vincular de manera teórica las estrategias del proyecto, donde se busca con el volumen generar doubles alturas y superficies más grandes que permitan mitigar los impactos medioambientales. Con el concepto genérico de fragmentación se pretende relacionar el concepto de oasis mediante el patio común educativo segregado y ubicado en diferentes zonas de la composición. Y, por último, el concepto fundamental en la arquitectura de circulación (que para este caso se refiere al flujo de ventilación) y que se relaciona con la succión del aire y su aprovechamiento dentro de la ventilación total, además del aprovechamiento del intervalo espacial.

Figura 40

Diagramas conceptuales del proyecto



Nota. Cada diagrama refleja las ideas principales para cada relación

El diagrama para la relación del programa refleja cómo una serie de actividades (múltiples y similares) se alinean dependiendo cada espacio y destinación, sin embargo, algunas actividades se van mezclando y relacionando en espacios comunes con el fin de vincular espacios genéricos y potencializar los espacios con el dinamismo de actividades. La organización y alienación de estas actividades permiten tejer acciones

colectivas que pueden llegar a enriquecer los espacios mientras que se conectan directamente en los paisajes fragmentados entre sí.

El soporte y la alterabilidad muestran qué aspectos de la composición se mantienen fijos y cuales varían, por ende, se plantea la idea que la circulación y espacio de ventilación conformen el soporte espacial del proyecto, donde exista una alineación volumétrica, mientras que el marco de la composición (cerramiento) se piensa como una piel protectora del volumen donde se contienen las actividades y se aprovecha la circulación espacial interior y exterior.

Por otro lado, el programa contexto refleja la intención del proyecto en vincular especialmente el exterior con el interior del proyecto, relacionando actividades públicas y privadas que permitan una multiplicidad de actividades. Además, se proyecta el contexto y sus actividades para que la composición funcione como un refugio comunal en temporadas de calor mediante la protección del oasis fragmentado y la forma arquitectónica.

Por último, el fundamento del proyecto resume la idea general de la composición, donde se proyecta el volumen que contiene todas las actividades y que a su vez está compuesto por las circulaciones técnico espaciales que alimentan de ventilación fresca al proyecto a través de los patios de oasis que contienen el paisaje natural que refresca el espacio y a su vez permite la utilización y aprovechamiento de actividades escolares y de iluminación.

Formalización. Posteriormente se realizó una exploración formal del proyecto, la cual se realizó con la estrategia de composición por partes. La composición por partes es una estrategia proyectual que implica dividir el diseño arquitectónico en elementos o componentes más pequeños y gestionar cada parte de manera individual antes de integrarlas en el conjunto final. Esta estrategia permite un enfoque más detallado y controlado durante el proceso de diseño y proyección. Algunos aspectos clave de la estrategia de composición por partes a partir de referentes en arquitectura son:

Segregación de partes. En lugar de abordar todo el proyecto de una vez, se divide en partes más manejables. Esto facilita el análisis y la resolución de problemas específicos de cada componente.

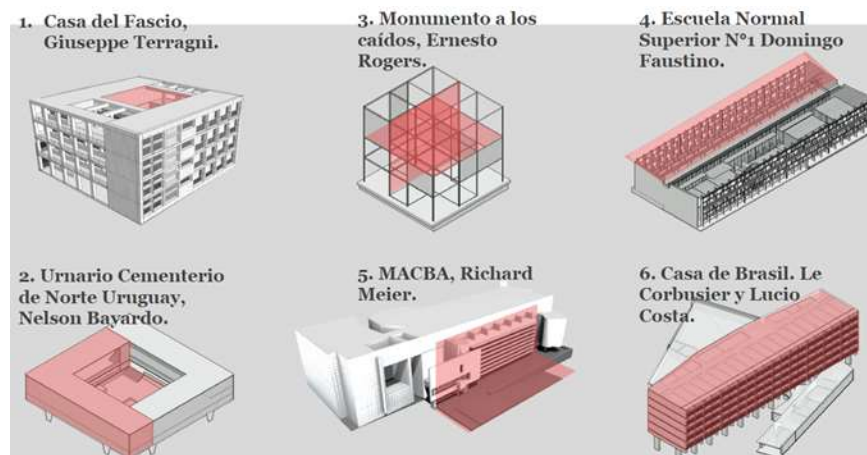
Coherencia entre partes. A pesar de abordar las partes de manera individual, se mantiene una visión global del proyecto.

Flexibilidad. La estrategia por partes permite ajustar y modificar componentes individuales sin afectar necesariamente al conjunto completo. Esto es útil en proyectos complejos donde los cambios pueden surgir durante el proceso de diseño dependiendo de cada relación y actividad conectada.

Los proyectos arquitectónicos seleccionados para realizar el análisis y su utilización de partes dentro de la composición, se tuvieron en cuenta en términos de bioclimática en la arquitectura, donde se buscó que cada una de las partes mejoren las condiciones formales y climáticas de la composición mediante la forma arquitectónica. Además, se estudiaron las posibles relaciones entre las partes arquitectónicas de cada proyecto. Los proyectos analizados fueron los siguientes:

Figura 41

Referentes para la composición por partes



Nota. Cada referente tiene una parte sombreada en rojo la cual es la parte del proyecto que se utilizará posteriormente

Las partes señaladas en la figura anterior se utilizan en la composición por partes de manera conceptual del centro educativo, debido a que se contemplaron partes que potencializan la arquitectura bioclimática, como lo es el patio de la casa Fascio, El bloque lineal de la casa de Brasil con el Brise-soleil y los aireadores en forma espacial, a partir de los corredores y galerías del urinario de Uruguay.

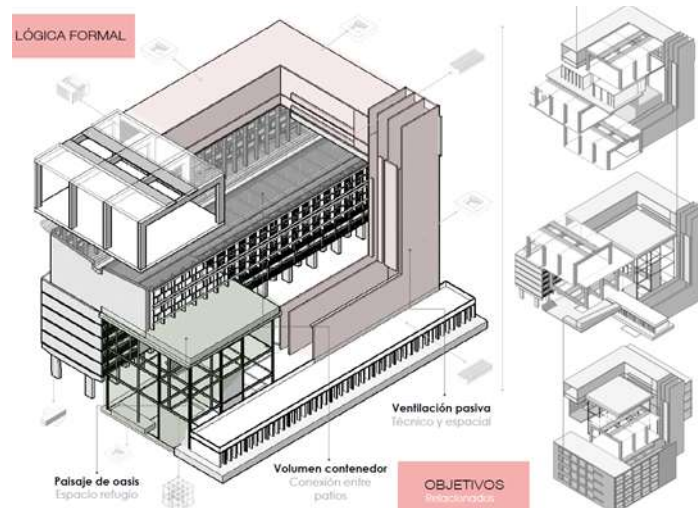
Cada una de estas piezas comprende una relación espacial de actividad específica, con lo cual, al relacionar todas las piezas, se generan unas relaciones y actividades conjuntas que permiten enriquecer la espacialidad y funcionalidad dentro de la composición.

Dentro de la lógica formal de cada objetivo y concepto del proyecto se relacionan las partes intervenidas, en este caso se estudiaron diferentes alternativas con las partes con el fin de relacionar los objetivos principales, como lo son generar un efecto volumen que se relacione con las actividades, configuraciones espaciales con brise-soleil y doble muros que permitan el aprovechamiento espacial en la ventilación y la sustracción de espacios para la inserción de los patios de oasis.

Otro elemento que las piezas deben reflejar es la relación del interior y exterior del volumen mediante una plazoleta central refrescante que sea de uso comunal y su posible comunicación entre los pasajes y patios. A continuación, se presentan las alternativas estudiadas para la composición con respecto a los conceptos e ideas de objetivo.

Figura 42

Alternativas composición por partes



Nota. La figura muestra las opciones de composición con las partes extraídas de los referentes.

En las figuras presentadas se insertaron las partes de los proyectos mencionados las cuales contienen un uso y actividad particular dentro de la composición. Las piezas se trabajaron y transformaron en las tres dimensiones para adecuar los propósitos y objetivos del proyecto. Conformando un volumen para aplicar tal efecto, se atribuyen en la forma varias características que aportan a la bioclimática de la composición.

3.9 Criterios de implantación

Para la implementación de la volumetría conceptual, se tuvieron en cuenta las condiciones locales de emplazamiento, para esto, se analizaron los accesos principales al lote, las condiciones de iluminación y vientos predominantes. Por otro lado, se establecen las actividades importantes del lugar como lo es la plaza pública que servirá como elemento paisajístico de protección frente a las olas de calor.

Figura 43

Criterios de implantación



Nota. La figura muestra los criterios de implantación para el proyecto

El primer criterio de implantación consiste en soterrar el elemento de patio arquitectónico abierto desde el nivel peatonal, que permita obtener un clima cubierto y protegido por la sombra y vientos frescos. La estrategia de enterrar las edificaciones se ha utilizado desde el principio de la arquitectura, donde se puede evidenciar como algunas construcciones mesopotámicas utilizan la estrategia de enterrar las construcciones para hacerlas más frescas y estables en su interior.

Otra de las estrategias más importantes para cumplir con los objetivos climáticos en el proyecto se encuentra la alineación perpendicular hacia los vientos provenientes del noreste de la zona, aprovechando así toda la ventilación natural al máximo, con las aberturas destinadas a la aplicación del efecto Venturi.

Por último, se encuentra la estrategia de conectar la ventilación para distribuirla en todos los espacios posibles del proyecto y proteger los espacios libres con vegetación endémica y fresca que permita la sombra y aprovechamiento de los espacios. Se establece un área importante para la vinculación de la plaza pública como refugio colectivo ante las fuertes temperaturas presentadas en el lugar.

3.10 Conclusiones e implementación de resultados

En términos de tipología, gracias al diagnóstico urbano se puede evidenciar que lo ideal para trabajar en la zona son tipologías que se encuentren en un equilibrio entre el lleno y el vacío, lo cual permite la ventilación natural al interior de los espacios y mejora la isla

de calor. Por otro lado, la conclusión a la que se llega con la utilización de la estrategia proyectual de composición por partes, reside en que es posible llegar a una idea conceptual por medio de partes segregadas de otros proyectos, las cuales puedan brindar nuevas relaciones y actividades en conjunto que permitan enriquecer la composición arquitectónica.

En este caso, las piezas trabajadas crean un aporte al proyecto en términos de arquitectura bioclimática, al jugar con la ubicación de las piezas se genera una forma arquitectónica dinámica con varios llenos y vacíos que son ideales en términos tipológicos.

Figura 44

Resultados formales y proyectuales



Nota. La figura muestra los criterios de implantación para el proyecto.

La forma arquitectónica concluyente se alinea con los objetivos propuestos, es decir, a través de la forma arquitectónica se pretende atender los problemas de confort climático existentes en el lugar.

Con base al análisis de las tipologías edificatorias, se concluyó que las tipologías que no contienen vacíos promueven las altas temperaturas al interior de las edificaciones, mientras que las tipologías arquitectónicas más abiertas, con patios, vanos y aislamientos, permiten el acceso directo del aire permitiendo el refrescamiento de los

espacios. Con el resultado de la composición por partes, se obtuvo una forma arquitectónica que permite la relación entre el lleno y vacío tipológico, además, se aprovecha el espacio del parque existente y se mantiene con el fin de generar una dotación que permita revegetalizar la zona. La implantación de la composición respeta los aislamientos básicos de loteo, y destina una parte importante de la manzana para espacios y usos públicos, como el parque principal, la plazoleta y espacios con beneficio socio-cultural.

En este punto, el esquema básico del proyecto arquitectónico contempla la problemática y se centra en solucionar los objetivos propuestos por medio de la forma arquitectónica a través del uso de partes arquitectónicas que funcionen y complementen la actividad y uso de la institución. Vinculando así a la comunidad, el sector educativo y comercial del lugar.

4. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

4.1 Resultados y relación con los objetivos

Teniendo en cuenta que el objetivo principal del proyecto es generar espacios educativos y socioculturales con confort térmico por medio de la forma arquitectónica, su relación con el paisaje y la ventilación; se hace hincapié en la conclusión de la etapa de conceptualización y formalización por medio de la composición por partes y su relación con el objetivo.

Figura 45

Resultados con objetivos



Nota. La figura relaciona los objetivos con los resultados de la etapa de conceptualización.

La forma conceptual obtenida en los resultados de la etapa proyectual, se vinculan con los objetivos específicos de la investigación. En relación con la ventilación pasiva y natural se relacionan las piezas longitudinales de los referentes que permiten succionar el aire proveniente de la dirección noreste. Por otro lado, el efecto volumen se mantiene dentro de la composición y se refleja la fragmentación del volumen, donde posteriormente serán aprovechados los vacíos como patios de oasis y por último, el proyecto vincula los espacios refrescantes para garantizar el aire fresco en los espacios y las actividades de la composición.

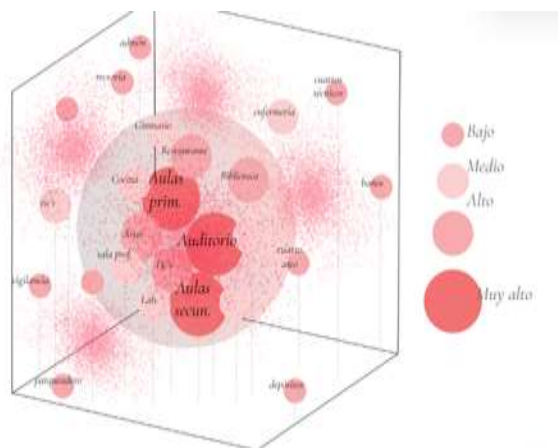
4.2 Programa y organigrama arquitectónico

El programa arquitectónico para el centro educativo socio cultural, contempla 3 zonas principales: propia, complementaria y de servicios, donde se establecieron las actividades para cada programa principal y secundario, además de los requerimientos

espaciales necesarios para cada espacio. Con el fin de aprovechar el espacio se plantean espacios genéricos que permitan el desarrollo de actividades similares y conjuntas en espacios abiertos y flexibles que enriquezcan la actividad educativa y comunal.

Figura 46

Confort térmico en espacios



Nota. La figura muestra la relación entre los espacios y las actividades con mayor requerimiento de confort térmico.

El esquema de confort térmico por espacio, muestra los espacios más críticos en términos de calor al interior, debido a su cantidad de usuarios sobre el área útil. Resultando que los espacios como las aulas, la biblioteca y el auditorio son los espacios que más necesitan atención. Su importancia radica en la priorización de estos espacios en términos de confort.

Figura 47

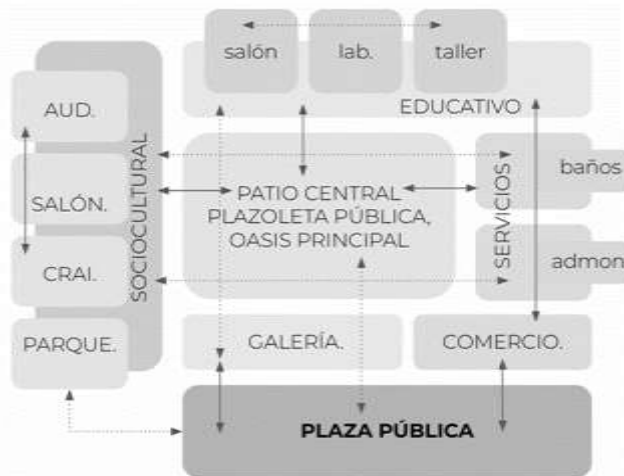
Programa arquitectónico

ZONA	PROGRAMA PRINCIPAL	PROGRAMA SECUNDARIO	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO ESPACIAL	VENTILACIÓN NATURAL	ILUMINACIÓN NATURAL	CANTIDAD	USUARIOS (por espacio)
PROPIA	Espacios de aprendizaje	Zonas de estudio	Aprender, Estudiar.	Espacio genérico, flexible y semi abierto, doble altura.	SÍ	SÍ	12	30
	Laboratorio de experimentación	Zona de experimento, Zona de lavado, Depósito de materiales.	Aprender, Desarrollar.	Espacio cerrado con islas de experimento y lavado.	SÍ	SÍ	1	30
	Talleres de producción	Espacio de creación, Almacenamiento y depósito.	Crear, Desarrollar, Producir.	Espacio Semiabierto con relaciones visuales al exterior	SÍ	SÍ	1	30
COMPLEMENTARIA	Auditorio Múltiple Semie exterior	Zona de espectadores y expositores	Exponer, Presentar, Escuchar, Aprender.	Doble altura, amplio, semi exterior.	SÍ	SÍ	1	530
	Pátios de oasis	Zona de reposo	Descansar	Natural, relación al paisaje	SÍ	SÍ	12	30
	CRAI Comunal	Librerías, zona de lectura	Estudiar, Leer, Aprender	Espacio Semiabierto con relaciones visuales al exterior	SÍ	SÍ	1	90
	Salón lúdico-cultural	Zonas de entretenimiento	Esparcimiento	Equipamiento, naturaleza	SÍ	SÍ	1	90
	Cancha múltiple	Zona de deportes y ejercicios	Ejercicio, diversión	Al aire libre, cubierta, con ventilación cruzada libre	SÍ	SÍ	1	95
	Parque de juegos	Parque y Zonas Verdes	Descanso, compartir	Al aire libre, semi-cubierto.	SÍ	SÍ	1	100
SERVICIOS	Cafetería	Lavaplatos, estantería.	Alimentación	Al aire libre, cubierta, con relación a la naturaleza	SÍ	SÍ	1	40
	Zona social-comercial	Sillas y parasoles exterior	Comercio, reunión	Locales comerciales en primer piso, mixtura y dinamismo.	SÍ	SÍ	1	50
	Baños	Lavamanos, sanitarios.	Limpieza	Lavamanos generales, baños.	SÍ	SÍ	3	15
	Cuartos técnicos	Hid, Elect, Manten, Limp.	Mantenimiento	Aislados, técnicos, seguridad	SÍ	SÍ	4	1
	Administración	Rectoría, Directivos, Adm	Administrar, archivar	Espacio semi abierto con balcones.	SÍ	SÍ	1	15

Nota. En la tabla se presentan los espacios proyectados en la composición y sus principales necesidades espaciales.

Figura 48

Organigrama del proyecto arquitectónico



Nota. El organigrama muestra la relación directa o indirecta entre los espacios del proyecto

4.3 Perfiles de usuario: relación espacio tiempo

El área de trabajo ubicado en el barrio Bellavista de Malambo, es caracterizado como una zona residencial de muchas de las familias que laboran en los parques industriales

de la región. Este barrio cuenta con más de 14.000 habitantes, sin embargo, se establece un circuito de usuarios más cercano y limitado para el uso del proyecto del centro educativo.

En la recolección de datos de la zona se establece que el usuario principal del proyecto son los estudiantes entre 6 y 18 años, que viven entre los estratos 1 y 2 y que dependen económicamente de sus familias, además tienen presente la necesidad educativa desarrollándose y también necesitan espacios lúdicos de recreación que contemplen las altas temperaturas del lugar y les permita el desarrollo de estas actividades.

Otros usuarios que también se vinculan en el proyecto son los maestros profesionales y personal administrativo que labore en el proyecto, con necesidades de espacios de trabajo dignos y saludables para realizar las actividades del empleo. En este grupo de usuarios es donde más se debe tener en cuenta las condiciones de confort climático adecuado en los espacios, ya que en este rango de edades entre los 20 y 60 años de edad se presentan más problemas de salud con respecto a la climatización del espacio.

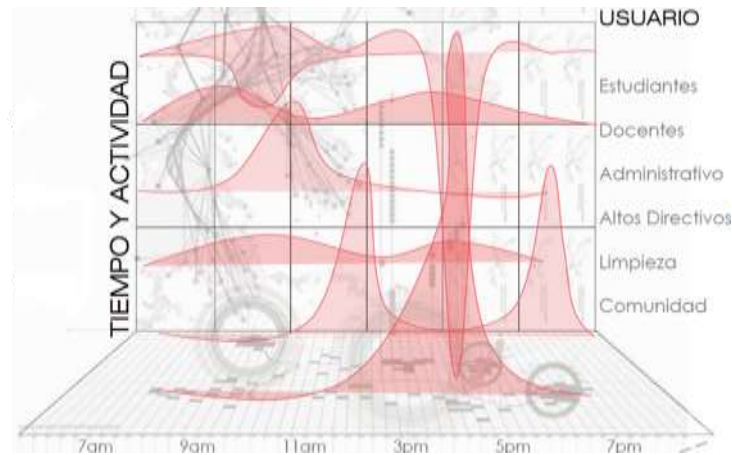
Por último, se encuentra el tercer grupo de usuarios donde se encuentran padres de familia, jóvenes y la comunidad en general que puede verse relacionada con los espacios públicos y comunales que alberga el proyecto. Esta relación con la comunidad resulta importante para la recreación y dinamismo de los espacios socioculturales de la composición.

Se realizó un análisis del tiempo y las actividades que se encuentran relacionadas con la interacción de los usuarios. La figura 46 refleja la actividad que hay entre los usuarios a través de las horas del día y cada uno de los actores principales dentro de la interacción.

Se puede evidenciar que en horas de la mañana la interacción entre estudiantes y docentes es la predominante en el espacio, mientras que en horas del mediodía se mezcla la comunidad y los empleados sobre todo en espacios comerciales. Por otro lado, existe una relación importante entre la comunidad y los estudiantes en horas de la tarde, en caso tal que se presenten exposiciones y presentaciones que intervengan a la comunidad relacionando así las actividades y los usuarios.

Figura 49

Relación espacio-tiempo con perfiles de usuario.



Nota. La figura muestra la interacción entre los usuarios y el tiempo de actividad.

4.4 Relación programática y espacial

El proyecto organiza las actividades anteriormente descritas espacialmente con volumetrías que permitan evidenciar la relación entre cada uno de estos espacios. Esta relación espacial descrita en tres dimensiones permite ver con facilidad la organización y jerarquización que tienen los espacios del proyecto, efectuando su vinculación programática y la manera en que se conectan o se habitan los espacios. En la estructura espacial se establece a nivel de peatón las actividades y usos que se relacionan con la comunidad como la plazoleta pública principal, los parques oasis y los espacios comunales como el CRAI, salón comunal y auditorio. Posteriormente se organizan los espacios educativos, los cuales requieren un aislamiento sonoro para el desarrollo de la actividad estudiantil y en menor proporción se ubican los espacios de servicio como baños, administración y cafetería.

El proyecto busca el aprovechamiento de las cubiertas libres, resultantes de la operación proyectual al implementar llenos y vacíos en la composición, además estos vacíos suministran de sombra la mayoría del espacio, mejorando el confort climático.

Figura 50

Relación programática y espacial.



Nota. La estructura espacial muestra la ubicación y jerarquía de las actividades.

4.5 Planteamiento de la propuesta general

El nuevo proyecto ubicado sobre la misma dirección (Cil 10 con Cra 1D), se establece como un centro educativo socio cultural, se contempla en toda la manzana, la cual tiene 1.280 m², con el fin de complementar el proyecto con los otros usos comunales como el Crai, salón comunal, plaza pública y locales comerciales.

Alineados con la normativa, se respetan los aislamientos básicos laterales y posteriores, los cuales están en entre 2.00 y 4.00 m de ancho y sin superar la relación de 1/5 de la altura de la edificación. Por otro lado, el índice de construcción para este proyecto es de 0.75, mientras que el índice de ocupación es de 0.46, lo que permite mantener una relación acorde con el contexto inmediato y la normativa.

El proyecto cuenta con 2.694 m² construidos, de los cuales 1.051 m² se destinan a espacio público efectivo, además que cuenta con espacio para locales comerciales que permiten vincular estas actividades públicas y peatonales en el lugar. El proyecto propone una lógica formal y conceptual diferente a lo habitual para el uso educativo e institucional, inicialmente se mantiene el concepto de patio educativo, como espacio de recreación, vinculación espacial y climática, sin embargo, para este proyecto se propone la segregación de este patio escolar principal, con el fin de dinamizar al máximo los

espacios educativos del proyecto y a su vez mejorar las condiciones climáticas de los espacios a través del arquetipo tipológico de la composición.

Estos patios, llamados patios de oasis se distribuyen en las 4 plantas del edificio conformando un total de cuatro patios que permiten la vinculación del paisaje natural y refrescante dentro del proyecto.

Con espacios de recreación pública y comunal, el proyecto establece un parque y plazoleta pública que posteriormente se vincula y enriquece la zona recreativa del centro educativo, el cual cuenta con una cancha múltiple y zonas de ejercitación mixta.

Las zonas verdes del proyecto juegan un papel fundamental en la relación con el clima y el paisaje de la composición. El proyecto cuenta con zonas húmedas que permiten la evaporación del agua y condensación en el espacio cercano, lo que mejora notablemente las condiciones del confort climático. No obstante, el manejo de la vegetación proyectada se ve reflejada a nivel peatonal, en patios, cubiertas y balcones, lo que permite generar una protección frente al clima externo.

En términos de espacios educativos, el proyecto deja atrás el concepto de aula educativa cerrada y en su lugar vincula los espacios flexibles, abiertos y genéricos que puedan enriquecer la actividad escolar y educativa dentro del espacio. Los espacios cuentan con ventilación cruzada natural e iluminación indirecta que mejora el confort climático al interior, además de vincular el espacio directamente con los oasis refrescantes para garantizar un ambiente y climatización más fresca o soportable.

Los salones educativos estarán distribuidos en tres plantas, los cuales tendrán una configuración espacial contenidos dentro de otro y vinculados entre sí, para un total de 24 espacios educativos y así garantizar el aforo máximo para cada curso y mitigando el encerramiento del calor corporal. Por otro lado, se proyectan espacios para actividades pragmáticas como un taller y laboratorio que sirvan de apoyo para el aprendizaje de los usuarios. Los espacios anteriormente mencionados deben contar con dobles alturas que permitan simular el efecto volumen y con esta característica formal se aseguren la condensación del aire caliente en la parte superior del espacio. Los espacios comunales y educativos destinados para el aprendizaje y el compartir de conocimiento o

presentaciones, se establecen como un auditorio múltiple semi-exterior que funcione acústicamente sin comprometer el confort climático del interior. El CRAI se proyecta como un espacio de aprendizaje e información documental del cual pueden hacer uso los estudiantes y la comunidad con previo registro. Además, se complementa la composición con un salón lúdico cultural, que funcionará como espacio de presentaciones educativas o en caso que se requiera alquiler del espacio para la comunidad.

El proyecto busca relacionar varios usos, actividades y dinámicas con el fin de activar y potencializar la vida urbana en el sector, así mismo, generar dinamismo entre sus habitantes y sobre todo alargar la vida útil de la edificación, (en los casos en que el uso educativo no se encuentre activo), las otras actividades y usos puedan seguir funcionando y dando lugar en el edificio.

4.6 Arquitectura bioclimática del proyecto

Siguiendo el enfoque de arquitectura bioclimática, el proyecto busca aprovechar las condiciones climáticas locales para maximizar el confort interior y minimizar el consumo de energía. Basándose en la comprensión y la adaptación del entorno natural para crear edificaciones que sean eficientes desde el punto de vista energético y respetuosas con el medio ambiente.

La forma arquitectónica juega un papel crucial en la arquitectura bioclimática, ya que puede influir significativamente en cómo se aprovechan las condiciones climáticas locales y en la eficiencia energética de la edificación. Algunas formas arquitectónicas pueden potenciar o dificultar ciertos aspectos del diseño bioclimático. Aquí hay algunas formas en las que la forma arquitectónica influye en la arquitectura bioclimática:

4.6.1 Orientación y disposición

La forma de la edificación puede determinar su orientación con respecto al sol y al viento dominante. Una disposición adecuada puede maximizar la captura de luz solar y calor en invierno, mientras que minimiza la exposición al sol en verano. Por ejemplo, un diseño alargado con la fachada principal orientada hacia el sur puede capturar más luz solar en invierno.

4.6.2 Forma compacta vs. Forma dispersa

Una forma compacta tiende a tener una menor relación superficie-volumen, lo que reduce la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor en verano. Por otro lado, las formas dispersas pueden ser más adecuadas para permitir la ventilación natural y la entrada de luz en ciertos climas.

4.6.3 Sombreado pasivo

La forma arquitectónica puede diseñarse para proporcionar sombreado pasivo en áreas donde se necesite protección contra el calor excesivo. Los aleros, voladizos y elementos de diseño pueden utilizarse para crear sombras durante las horas más cálidas del día, ayudando a reducir la carga térmica en el interior de la edificación.

4.6.4 Captura de viento

La forma arquitectónica también puede influir en la captura y dirección del viento para promover la ventilación natural. Diseños que incorporan aberturas estratégicas y formas que canalizan el viento pueden facilitar la circulación del aire fresco a través de los espacios interiores.

Figura 51

Estrategias bioclimáticas del proyecto



Nota. Se presentan las estrategias bioclimáticas aplicadas en el proyecto

4.7 Sostenibilidad y conciencia del proyecto

Teniendo en cuenta las condiciones ambientales y climáticas extremas que se presentan en la actualidad, el proyecto se centra en que los usuarios puedan resistir y mantener un confort térmico al interior del proyecto, con respecto a las temperaturas externas cada vez más elevadas. Con lo anterior el proyecto se basa en varias estrategias de sostenibilidad que permitan mejorar la calidad de ambiente y climatización del proyecto, sin poner en riesgo altos consumos de energía y/o recursos hídricos.

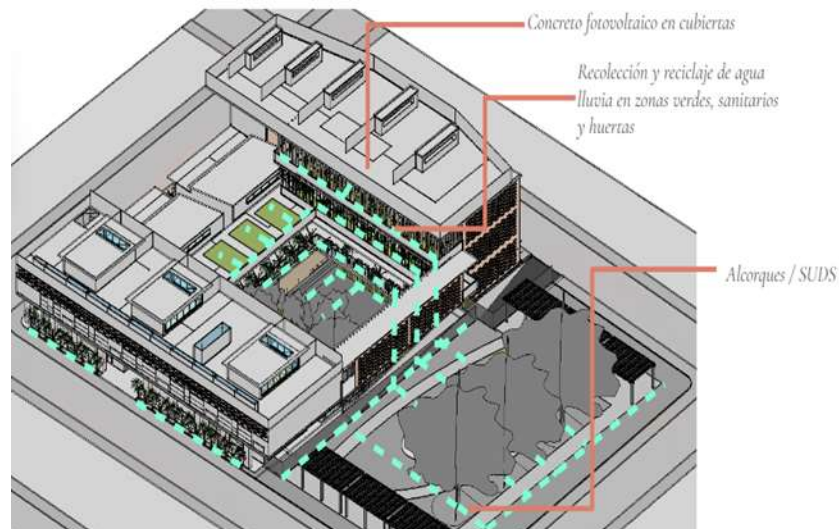
El proyecto contempla la estrategia de utilizar biomateriales locales y sostenibles en cerramientos exteriores e interiores del proyecto que permitan una menor absorción de calor durante el día, evitando que los espacios interiores se calienten de manera elevada. Utilizando el mecanismo del muro trombe se plantea una configuración de muro doble para el cerramiento exterior, donde las aberturas superiores e inferiores del muro permiten el escape del aire caliente, mientras que permite mantener un clima constante al interior. Estos muros podrían construirse en materiales locales y naturales como el bahareque o la tapia pisada con reforzamiento adicional con perfilería metálica que ayude al sostenimiento de los muros por un mayor intervalo de tiempo.

Por otro lado, se proyecta en el trasdós del muro trombe una cuneta de recolección que permitirá el enfriamiento del aire caliente al ingresar por las aberturas.

La cuneta de recolección se encuentra conectada con los espejos de agua y el sistema de recolección de aguas lluvias, el cual se recicla y genera un ciclo dentro de la edificación que permite el aprovechamiento del agua para la nutrición y mantenimiento de las zonas verdes, sin incurrir en el alto consumo o desperdicio de agua en el proyecto. En el contexto urbano el proyecto busca implementar el uso de SUDS (Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible) de tal modo que los árboles implantados con un sistema de alcorque de recolección permiten almacenar y distribuir el agua lluvia al interior del proyecto y su contexto.

Figura 52

Estrategias sostenibles del proyecto



Nota. Se presentan las estrategias sostenibles aplicadas en el proyecto

Al mismo tiempo el proyecto es consciente de los nuevos avances y tecnologías desarrolladas en el ámbito del concreto, en este caso se plantea la utilización de las placas y muros en concreto fotovoltaico, el cual ha sido desarrollado y patentado por miembros del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México. Este concreto termodinámico llamado Volticrete, genera electricidad a partir de la radiación solar y consiste en que el calor que se conserva en la superficie y se acumula en forma de radiación térmica es dirigida a través de un semiconductor hacia una de las pilas de almacenamiento que bombea la energía a los puntos de energía distribuidos en el proyecto.

4.8 Zonificación y cuadro de áreas

El proyecto está distribuido en los ambientes principales que menciona la NTC 4595, Ambiente A (Aulas), Ambiente B (Biblioteca, Lengua extranjera), Ambiente C (Laboratorio, Sala TIC, taller de artes), Ambiente D (Circulaciones, rampas, escaleras), Ambiente E (Depósitos, casilleros, equipamientos) y por último el Ambiente F (Teatro, auditorio, aula múltiple, salón de música. Además, se contemplaron áreas libres al exterior y zona de huerta las cuales complementan el programa de la edificación.

Figura 53

Zonificación del proyecto



Nota. La figura muestra la zonificación de cada uno de los espacios del proyecto.

El proyecto se distribuye en 4 plantas, donde en el nivel -1 se encuentran los ambientes de servicios y de recreación, el nivel 0 cuenta con los ambientes A y C, mientras que el nivel 2 cuenta con los ambientes B y A respectivamente al igual en el nivel 3 que complementa las aulas del ambiente A. Lo anterior complementado con los ambientes funcionales y necesarios como el ambiente E y F para dar una respuesta integral en la zonificación del proyecto.

Figura 54

Cuadro de áreas del proyecto

CUADRO DE ÁREAS					
NIVEL -1		NIVEL 0			
PARQUEADERO	235,11	AUDITORIO	75,21		
CUARTO HID	29,25	VIGILANCIA	7,24		
CUARTO ELEC	37,86	SALÓN MÚSICA	32,2		
DEPÓSITO	22,67	LUDOTECA	75,45		
CUARTO ASEO	19,48	ARTES	49,22		
BAÑO 01	47,33	TIC	35,02	NIVEL 1	ÁREA NIVEL 653,01
GIMNASIO	53,91	LABORATORIO	34,65	BIBLIOTECA	195,15
RESTAURANTE	132,75	SALÓN MULTP.	84,1	SALA PROFESORES	25,02
COCINA	97,99	SALÓN 1º	49,28	RECTORÍA	13,23
PATIO INTERIOR	311,15	SALÓN 2º	33,67	ADMON	13,15
CANCHA MULT.	144,2	SALÓN 3º	31,23	ENFERMERÍA	18,53
CUARTO BASURA	6,8	SALÓN 4º	52,88	BAÑO 03	19,79
TIENDA	35,83	SALÓN 5º	51,49	HUERTA ESCOLAR	68,11
ÁREA NIVEL	1174,33	BAÑOS 02	41,37	BAÑO MUJERES	22,65
				ÁREA NIVEL	375,63
				ÁREA NIVEL 1 Y 2 (AULAS)	
				AULA T1	39,1
				AULA T2	38,92
				AULA T3	50,59
				AULA T4	49,47
				AULA T5	56,62
				BAÑO HOMBRES	22,65
				ÁREA NIVEL	257,35
				ÁREA TOTAL =	2460,32

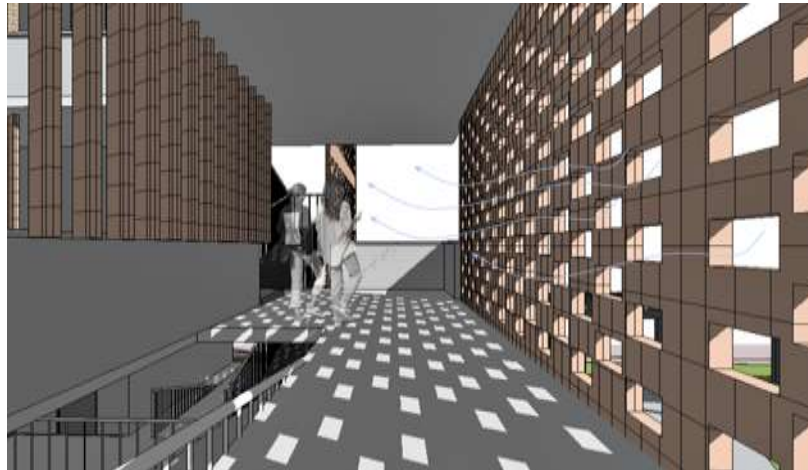
Nota. En la tabla se presentan los espacios del proyecto y sus áreas respectivas

4.9 Revestimiento del proyecto

El revestimiento del proyecto tiene en cuenta las condiciones climáticas actuales del lugar, lo que conlleva a proteger los espacios de la luz directa del sol, además de funcionar como persiana que provee de sombra los espacios interiores. El revestimiento está conformado por un sistema de muros calados en tierra y el mecanismo de Brise Soleil en las zonas donde más se recibe la radiación directa del sol, complementando estos elementos con vegetación que permita una regeneración térmica y fresca para los espacios.

Figura 55

Revestimiento del proyecto



Nota. La figura muestra el funcionamiento del revestimiento con el muro calado, aplicando el efecto Venturi

4.10 Estructura del proyecto

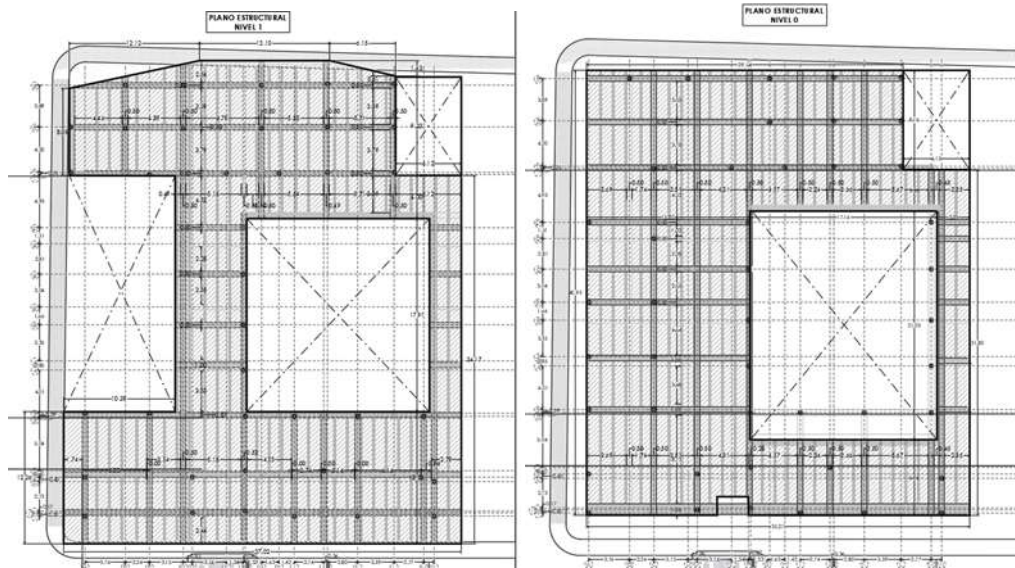
Para garantizar la seguridad de la estructura del proyecto y según la norma NSR-10, las instituciones educativas se encuentran dentro del grupo de uso III, en el cual se describen las edificaciones de atención a la comunidad como lo son; centros de enseñanza, estaciones de bomberos, policía, fuerzas armadas, sedes de prevención y atención de desastres. Con lo cual, la estructura debe resistir a los sismos que se presenten ya que funcionaría (en situaciones de emergencia) como un centro de atención primario.

Teniendo en cuenta la anterior situación, la estructura del proyecto se plantea como un sistema de pórticos (columnas, vigas y viguetas) la resistencia y durabilidad de la

edificación frente a imprevistos naturales. La estructura se contempla con toda la calidad y reforzamiento indicado en el título C - Concreto estructural de la norma sismo resistente NSR 10.

Figura 56

Estructura del proyecto



Nota. La figura muestra la planimetría general de la estructura en los primeros niveles

4.11 Aplicación de estudios técnicos bioclimáticos

Para el respaldo de la investigación y su demostración medible o cuantificable, se aplican los estudios técnicos bioclimáticos correspondientes, los cuales permiten realizar un tratamiento más asertivo y detallado del confort de cada caso y espacio.

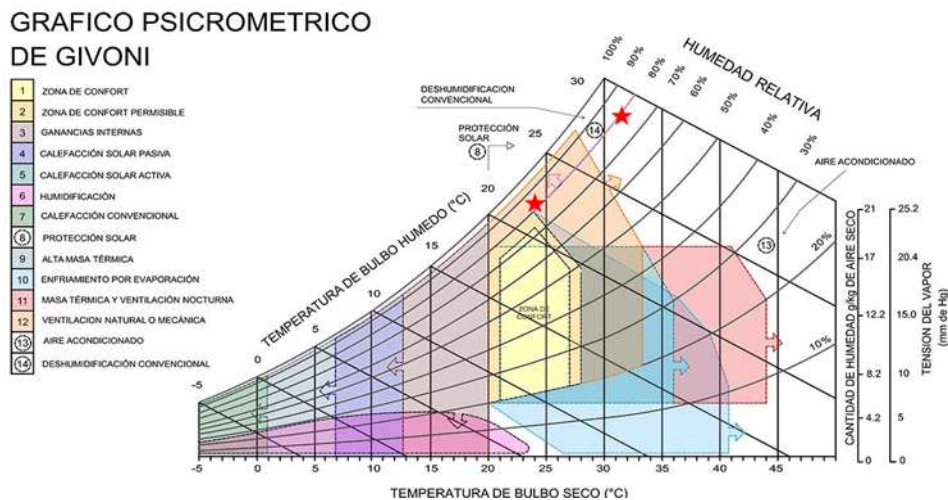
Aplicando el diagrama bioclimático de Givoni, el cual es una carta que permite determinar la estrategia bioclimática a utilizar en función de las condiciones higrotérmicas del edificio para cierta época del año. Se pueden distinguir distintas estrategias pasivas y activas para alcanzar la zona de confort. Podemos inferir las soluciones técnicas que necesita el proyecto. Se trabajaron los datos de temperatura media y humedad relativa media, los cuales fueron recolectados anteriormente en la investigación.

En este caso, se ubicaron los puntos dentro del diagrama, los cuales indican los datos recolectados en el sector como la temperatura mínima en Malambo de 24° y una máxima

de 33° en promedio. Mientras que para la humedad relativa se trabajaron los datos entre el 80 y 85% como se indica en la figura 39: Nivel de percepción de la humedad en Malambo

Figura 57

Diagrama de Givoni



Nota. Las estrellas rojas muestran los puntos de temperatura y humedad mínima y máxima en Malambo. Tomado de: Pittman, S. (2020). [Carta Bioclimática de Givoni \(Procedimiento\) + Descarga - YouTube](#)

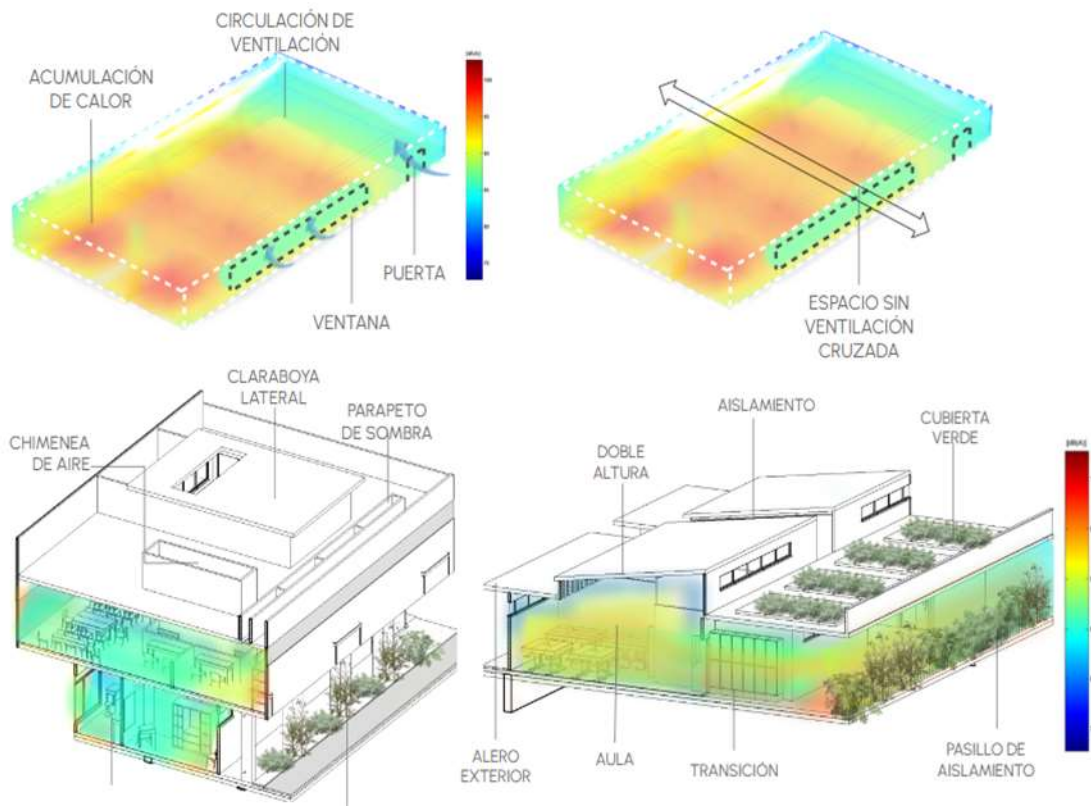
Con base a la anterior figura, podemos observar y concluir que, con los datos locales de temperatura y humedad en Malambo, efectivamente se requieren soluciones bioclimáticas en términos de ventilación natural o mecánica, como se indica en la opción número 12, ya que las altas temperaturas además de la alta sensación de humedad impiden que otras estrategias sean más adecuadas para el lugar.

Por otro lado, también se analizó un estudio preliminar de calefacción, donde se establece que debido a que el proyecto se encuentra en una latitud sur, es importante ubicar la mayoría de espacios en la ordenación norte, reduciendo la superficie de actividades importantes dirigidas hacia el sur. Además, la creación de aleros o parasoles que permitan sombrear las fachadas desde el exterior y aprovechar los vientos dominantes mediante la forma del edificio y de las sustracciones o aireadores que permitan la ventilación directa y natural.

Para el estudio solar del lugar y del proyecto, se realizó un modelo tridimensional del proyecto anterior y del actual para evidenciar los cambios y consecuencias en la temperatura, con las estrategias proyectadas en la investigación y aplicadas en el proyecto. A continuación, se presentan las figuras comparativas de forma y espacio con respecto al confort térmico de la composición.

Figura 58

Aplicación de estudios bioclimáticos



Nota. Las imágenes muestran las condiciones antes y después de la intervención

Figura 59

Aplicación de comprobaciones formales



Nota. La imagen muestra las condiciones de la forma en favor de la climatización y confort climático de los espacios.

Como se evidencia en las imágenes, el proyecto genera una mejora significativa para el confort climático tanto al interior de los espacios como en su contexto inmediato. En conclusión, las estrategias y criterios bioclimáticos proyectados dan solución a la problemática por medio de la arquitectura, fomentando la relación entre la forma, el lugar y el paisaje. De este modo, el proyecto logra comprobar la arquitectura bioclimática para y en contextos de altas temperaturas y como se puede reflejar su aporte de manera no mecanizada, a través de la forma arquitectónica, estrategias de ventilación y paisajismo.

Con la imagen anterior, se puede evidenciar que las estrategias de arquitectura bioclimática resultan adecuadas para brindar una solución proyectual a la problemática del lugar, haciendo hincapié en la utilización de arquitectura sin métodos mecánicos convencionales que a su vez aumentan el consumo de energía y desvían el concepto de sostenibilidad.

Los resultados de las aplicaciones cuantificables se pueden ver reflejados en los estudios de análisis energético y refrigeración, donde se pone a prueba el modelo realizado y se interactúan con los sistemas proyectados pasivos de ventilación, sistemas de reciclaje de aguas lluvias y drenajes, además de las sensaciones térmicas que recibirá el proyecto

arquitectónico. Estos resultados están alineados con los objetivos principales del proyecto y de la investigación, enfocando la forma arquitectónica como aporte de solución pasiva y conceptual a problemas de confort climático en los espacios.

5. CONCLUSIONES

La forma arquitectónica concluye el resultado de un proceso complejo de sintetizar los aspectos conceptuales, funcionales y técnicos que requiere el proyecto. Encontrar una forma y organización espacial adecuada desde el primer momento de proyección resulta importante, siempre que sea posible se deben organizar los espacios en una ubicación espacial favorable que permita enriquecer la forma y la actividad arquitectónica. De igual manera, es importante minimizar la demanda total de energía, de tal modo que es importante contar con los recursos naturales y potencializarlos con el fin de aprovecharlos dentro del proyecto. La forma y la orientación adecuada del edificio proyectados y ubicados de manera correcta pueden reducir el consumo de energía entre el 30 y 40% de manera global.

La inclusión de patios oasis dentro de la composición resulta una ayuda significativa en términos de confort, lo que mejora la calidad espacial y susceptible de los usuarios en el espacio. Al realizar la analogía con el oasis en medio del desierto, el proyecto busca ser el oasis de la comunidad en medio de las altas temperaturas con las que cuenta Malambo. Así, de esta manera el proyecto busca brindar una solución a la problemática por medio de la arquitectura mientras que se vincula la forma arquitectónica al clima o contexto y a su vez el paisaje forma un elemento natural de frescos y vivencia del espacio.

REFERENCIAS

- Acuña Ruiz, J.C. (2019) Artefacto Analítico: El texto como arquitectura, la arquitectura como texto. (Unal) Maestría, 2019. p. 76).
- Anónimo. (29/05/2014). La física vs la vida real (II). El efecto Venturi. Un blog para aprender y para recordar. <https://unblogdeingenieria.wordpress.com/2014/05/29/la-fisica-vs-la-vida-real-ii-el-efecto-venturi-2/>
- Anónimo. <https://es.weatherspark.com/y/23475/Clima-promedio-en-Malambo-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Anónimo. https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/malambo_colombia_3675595
- Capitel, A. (2005). La Arquitectura del patio. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- (Eisenman P. D., The Formal Basis of Modern Architecture, 2006, p. 59).
- El oasis arquitectónico. Algunos referentes en la arquitectura turística española. (2006). García G, M. C.
- El paisaje como elemento clave en la arquitectura bioclimática y sostenible en Montería. (2023) CA Stanford-Manjarrés.
- El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10. (2010).
- Estrategias bioclimáticas en la Arquitectura. (2003) López, M. UAC. (p. 37).
- Gobernación del Atlántico (2014). Malambo. <https://www.atlantico.gov.co/index.php/mapasdepartamento/691-malambo?fontstyle=f-smaller>
- Google. (s.f). Malambo, Atlántico tiempo. https://www.google.com/search?sca_esv=a657bfd6be99d848&sca_upv=1&hl=es-419&si=ACC90nwiSKPUhZKe1Cv13RnxA5tpOkkqEfap82NHOE82ZTTk3a8dSOj

r7yLSMWDpeyjOu1nGM2NWQngGefum74OXss73CVyesw%3D%3D&sa=X&ved=2ahUKEwi7i-CZnPyGAXVzSDABHUcTDt0QsucLegQIFBA&biw=1920&bih=919&dpr=1

Hernández, C. (2007) Un vitruvio ecológico. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Herrera, L. (2023). En "la institución del municipio de Malambo no hay energía eléctrica por daño en un transformador". El tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/barranquilla/atlantico-por-ola-de-calor-colegio-solo-da-tres-horas-de-clases-768833>

Higueras, E. (2006) Urbanismo Bioclimático. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) (2024) "Caracterización General del Escenario de Cambio Climático para Bogotá" <https://www.idiger.gov.co/rcc>

Leupen, B.(1999). Proyecto y análisis: sobre la evolución de los principios en arquitectura. Barcelona: Gustavo Gilli.

La Norma Técnica Colombiana NTC 4595, (1999). (Ingeniería Civil y Arquitectura, Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares).

Malambo, 486 años "Encuentro de dos culturas". web.archive.org. 29 de agosto de 2018. Archivado desde el original el 29 de agosto de 2018.

Martí Arís, C. (2008) Pabellón y patio, elementos de arquitectura moderna. Editorial Revista Dearq.

Méndez Quintero, Rodolfo (1988). Formación del Capitalismo en Colombia. Bogotá. Editorial Lerner.

MVRDV (2022) Oasis tower, refugio verde entre rascacielos. Arqa. Oasis Towers – <https://arqa.com/en/architecture/oasis-towers.html>

Neila, J. (2004) Arquitectura bioclimática. Madrid, Editorial Munilla-Lería.

Norma Sismo Resistente NSR-10 (2010) Tabla K.3.3-2 Grupos y subgrupos de ocupación. Título K,

Norma Sismo Resistente NSR-10 (2010) Tabla J.1.1-1. Grupos y subgrupos de ocupación. Título J.

Olgay, V. (1998) Arquitectura y Clima. Barcelona. Editorial Gustavo Gili. (p. 90).

Pintos, P. (2022) Tienda IKEA / Querkraft. Archdaily. Tienda IKEA / Querkraft.
<https://www.archdaily.co/co/994961/tienda-ikea-querkraft>

Pittman, S. (2020). Carta Bioclimática de Givoni.
<https://www.youtube.com/watch?v=ybnkbiO3rSU&themeRefresh=1>

Requena, I. (2013). Arquitectura adaptada al clima en la obra de Le Corbusier: La Casa de Brasil en París. Revista de Inv. Cient. en Arq. Alicante, España.

Requena, I. (2011). Arquitectura adaptada al clima en el Movimiento moderno: Le Corbusier (1930-1960. U. Alicante.

Serra, R. Coch, H. (1995) Arquitectura y energía natural. Barcelona. Editorial UPC.

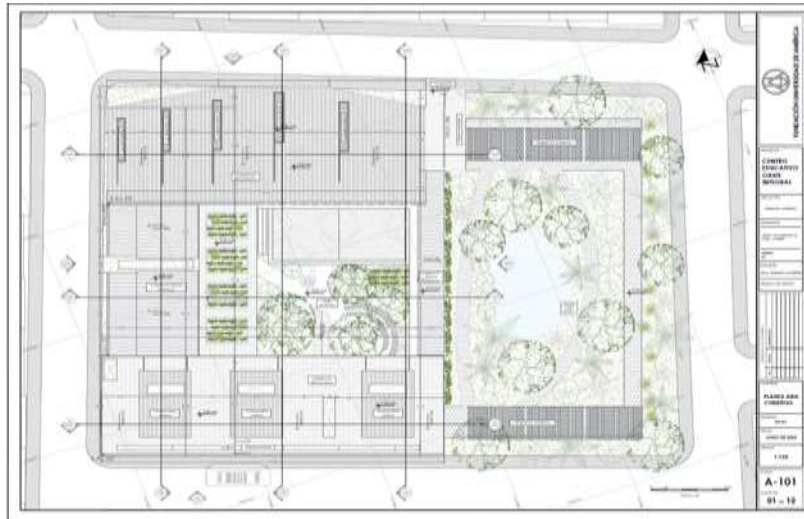
Sin figura ni fondo, pura simultaneidad entre paisaje y edificación. (2019) Rohner, E.

Warmann, C. (2011) TEK By BIG. Deezen. TEK by BIG | Deezen
<https://www.dezeen.com/2011/02/04/tek-by-big/>

ANEXOS

Figura 60

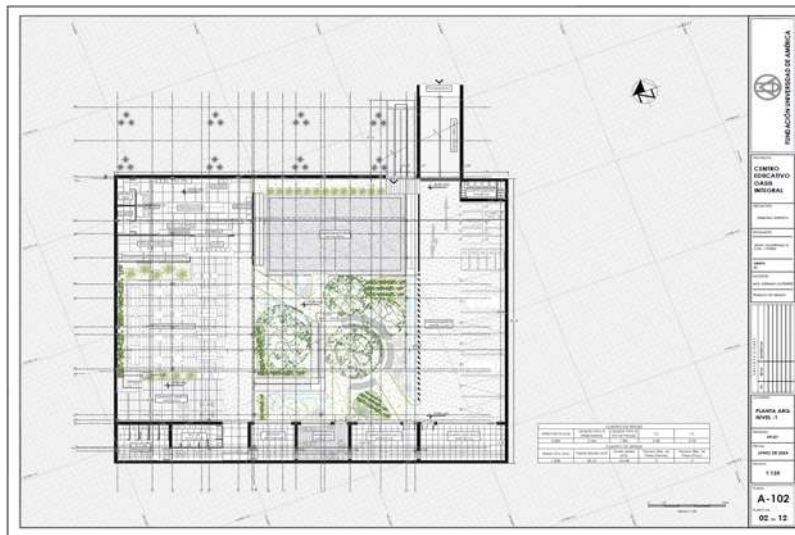
Planta de cubiertas del proyecto



Nota. La figura muestra la relación con el parque vecino, el patio, la forma y el paisaje natural dentro del proyecto.

Figura 61

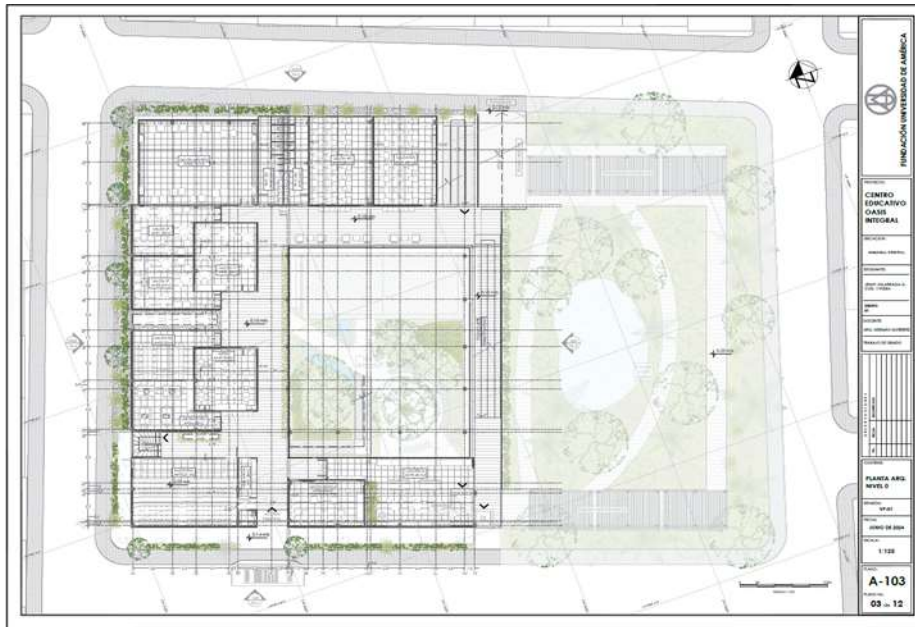
Planta sótano



Nota. El plano muestra el nivel enterrado o sótano, el cual contiene el patio principal con el fin de mitigar radiación solar directa la mayor parte del día y generar un mejor microclima al interior.

Figura 62

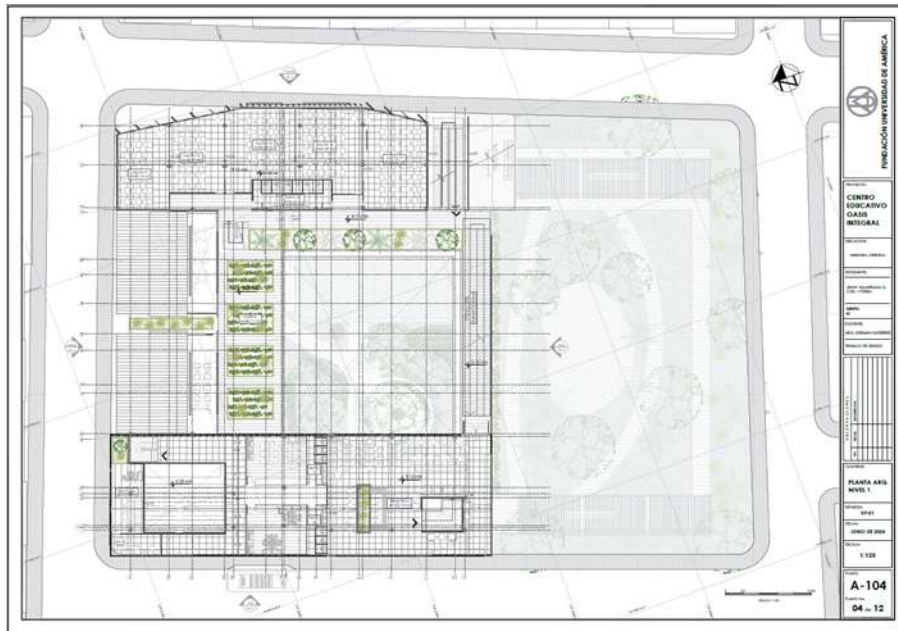
Planta nivel 1



Nota. La figura muestra la distribución de paisaje y espacial en el primer nivel del proyecto.

Figura 63

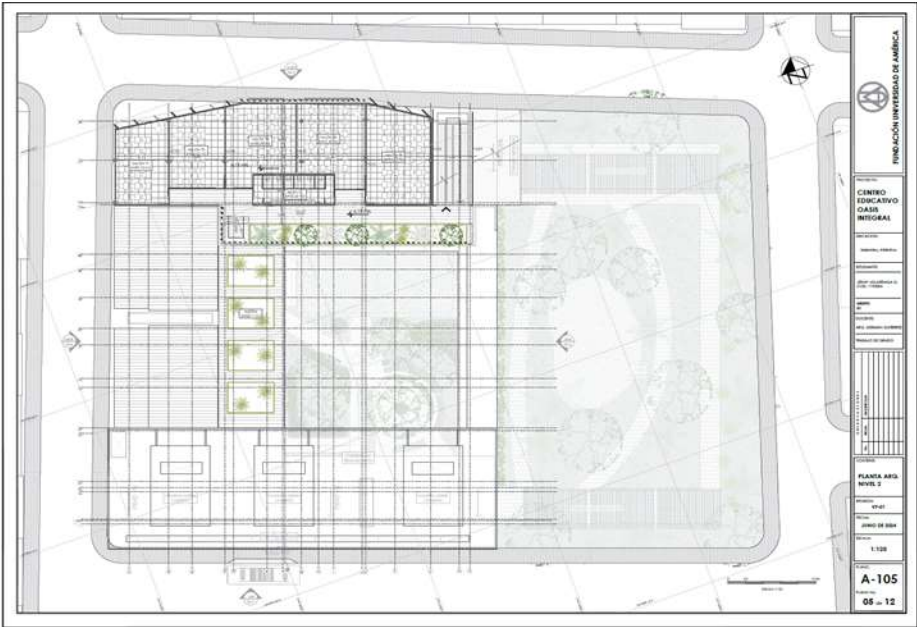
Planta nivel 2.



Nota. El plano representa el segundo nivel del proyecto, donde se encuentran algunas zonas complementarias.

Figura 64

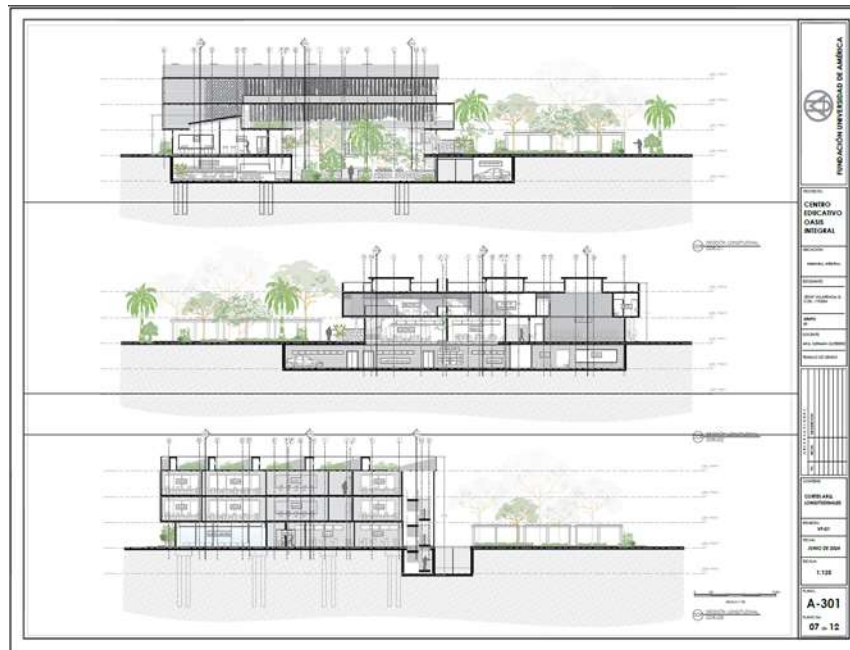
Planta nivel 3.



Nota. La figura representa el último nivel del proyecto con las aulas superiores.

Figura 65

Cortes arquitectónicos



Nota. Los cortes y fachadas permiten evidenciar la utilización del paisaje como aporte en el proyecto.

Figura 66

Planos título J y K



Nota. Los planos de los títulos J y K representan el cumplimiento de los anteriores en el proyecto con su uso Institucional y contra incendios

Figura 67

Renders.



Nota. Las figuras presentan los renders del proyecto

Figura 68

Panel del proyecto



Nota. La figura muestra el panel de entrega final