

**NÚCLEO VEGETAL EN LA REINTERPRETACIÓN DE LA ARQUITECTURA
BIOMIMÉTICA EN UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
ALIMENTARIA EN CALI DEL VALLE DE LA CAUCA**

NATALIA SALINAS UYABAN

**Proyecto integral de grado para optar el título de
ARQUITECTO**

ORIENTADOR:

JOAN MANUEL GUARÍN SALINAS

Arquitecto

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE ARQUITECTURA

BOGOTA D.C

2022

Nota de aceptación

Firma del Presidente Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C Enero del 2022

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 y de Investigación

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decano Facultad de Arquitectura

Arq. María Margarita Romero.

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.

TABLA DE CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| RESUMEN | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.ELECCIÓN TEMÁTICA | 13 |
| 1.1. Definición del enfoque abordado | 13 |
| 1.2. Descripción de la temática general a trabajar | 13 |
| 2. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN | 14 |
| 2.1. Formulación del problema | 14 |
| 2.1.1. <i>Variables de estudio</i> | 14 |
| 2.2. Pregunta problema | 16 |
| 3. INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA EN CALI | 17 |
| 4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 4.1. Delimitación territorial | 18 |
| 4.2. Árbol de problemas | 22 |
| 5. JUSTIFICACIÓN | 23 |
| 6. OBJETIVOS | 24 |
| 6.1. Objetivo general | 24 |
| 6.2. Objetivos específicos | 24 |
| 7. MARCO DE ANTECEDENTES | 25 |
| 7.1. Referentes | 25 |
| 8. MARCO REFERENCIAL | 26 |
| 8.1. Marco teórico conceptual | 26 |
| 8.1.1. Naturaleza como fuente de inspiración | 26 |
| 8.1.2. Biomimé시스 origen y antecedentes | 26 |
| 8.1.3. <i>Biomimética aplicada a la arquitectura</i> | 27 |
| 8.2. Marco contextual | 27 |
| 8.2.1. <i>Tecnificación del sector agroindustrial</i> | 27 |
| 8.2.2. <i>Industria alimentaria en Cali del valle del Cauca</i> | 28 |
| 9. MARCO LEGAL | 29 |
| 9.1. Destinado para el área de intervención para el proyecto | 29 |
| 9.2. Normativa para suelos de expansión | 29 |
| 10. LA ARQUITECTURA BIOMIMETICA Y LOS ESPACIOS DE INVESTIGACIÓN | 30 |
| 10.1. Clasificación para la aplicación de la biomimé시스 | 31 |

| | |
|--|----|
| 10.2. Análisis regional | 32 |
| <i>10.2.1 Conectividad de Cali escala regional</i> | 32 |
| 10.3. Análisis urbano | 33 |
| <i>10.3.1. Clasificación del suelo</i> | 34 |
| <i>10.3.2. Estructura ambiental</i> | 35 |
| <i>10.3.3. Sistema de movilidad</i> | 37 |
| <i>10.3.4. Sistema de equipamientos</i> | 38 |
| <i>10.3.5. Sistema de espacio publico</i> | 39 |
| <i>10.3.6. Áreas de actividad</i> | 40 |
| 10.4. Análisis del sector | 42 |
| <i>10.4.1. Delimitación del área de estudio</i> | 42 |
| <i>10.4.2. Clasificación del suelo</i> | 43 |
| <i>10.4.3. Estructura ambiental</i> | 44 |
| <i>10.4.4. Sistema de movilidad</i> | 45 |
| <i>10.4.5. Sistema de equipamientos</i> | 46 |
| <i>10.4.6. Sistema de espacio publico</i> | 47 |
| <i>10.4.7. Áreas de actividad</i> | 48 |
| 10.5. Análisis socio- económicos | 49 |
| <i>10.5.1. Actividades económicas presentes en Cali</i> | 50 |
| 10.6. Análisis morfológicos y tipológicos | 52 |
| <i>10.6.1. Trazado urbano</i> | 52 |
| <i>10.6.2. Densidad urbana</i> | 52 |
| <i>10.6.3. Evolución urbana de Cali</i> | 55 |
| 10.7. Incorporación de resultados de la investigación | 55 |
| <i>10.7.1. El proceso de indagación</i> | 55 |
| 11. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS URBANO DE CALI | 57 |
| <i>11.1. Criterios de implantación propuesta urbana</i> | 57 |
| <i>11.2. Propuesta urbana y desarrollo del espacio publico</i> | 59 |
| 12. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO | 61 |
| 12.1. Implantación del objeto arquitectónico y trasformación de la forma | 61 |
| 12.2 Acceso y aproximación | 69 |
| 12.3. Mimetización natural en un núcleo vegetal | 71 |
| 12.4. Perfil del usuario | 72 |
| <i>12.4.1. Personal investigativo</i> | 72 |

| | |
|--|----|
| 12.4.2. <i>Personal educativo</i> | 73 |
| 12.4.3. <i>Estudiante</i> | 74 |
| 12.4.4. <i>Personal agrícola</i> | 74 |
| 12.4.5. <i>Personal de administrativo:</i> | 75 |
| 12.4.6. <i>Usuario flotante</i> | 75 |
| 12.4.7. <i>Personal de servicios generales</i> | 76 |
| 12.5. Programa arquitectónico | 76 |
| 12.6. <i>Desarrollo del proyecto</i> | 80 |
| 12.7. <i>Desarrollo técnico</i> | 82 |
| 12.8. Desarrollo Bioclimático | 82 |
| 13. CONCLUSIONES | 83 |
| BIBLIOGRAFIA | 84 |
| ANEXOS | 87 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Participación de la producción anual sector alimentario en el PIB nacional | 14 |
| Figura 2. Porcentaje de innovación de empresas en el sector alimentario. | 15 |
| Figura 3. Plano de delimitación territorial del proyecto | 18 |
| Figura 4. Sistema vial y nodos de industria presentes en Cali | 19 |
| Figura 5. Plano de usos del suelo en el área de estudio | 20 |
| Figura 6. Plano sistema de equipamientos predominantes | 21 |
| Figura 7. Árbol de problemas | 22 |
| Figura 10. Aplicabilidad de la biomimética | 27 |
| Figura 11. Plano de los usos del suelo presentes en el municipio de Cali. | 30 |
| Figura 12. Proceso de aplicación de los principios biomimética | 31 |
| Figura 13. La clasificación de los niveles de la biomimésis | 31 |
| Figura 14. conectividad a nivel mundial departamento Cali | 33 |
| Figura 15. Clasificación de suelo de Cali | 34 |
| Figura 16. Estructura ambiental de Cali | 36 |
| Figura 17. Jerarquía vial de Cali | 37 |
| Figura 18. sistema de equipamientos | 38 |
| Figura 19. Sistema de espacio publico | 39 |
| Figura 20. Áreas de actividad en Cali | 41 |
| Figura 21. Área de estudio | 42 |
| Figura 22. Clasificación del suelo en el área de estudio | 43 |
| Figura 23. Visualización de los parques presentes en el área de estudio | 45 |
| Figura 24. Estructura ecológica del área de estudio | 44 |
| Figura 25. Jerarquía vial del área de estudio | 46 |
| Figura 26. Sistema de equipamientos del área de estudio | 47 |
| Figura 27. Sistema de espacio público en el área de estudio | 48 |
| Figura 28. Áreas de actividad en el área de estudio | 49 |
| Figura 29. Variación de producción por ciudades 2015-2017 | 50 |
| Figura 30. Plano de estratificación social según el barrio | 51 |
| Figura 31. Plano de trazo y división por piezas urbanas de Cali | 53 |
| Figura 32. Plano de densidades urbanas de Cali | 54 |

| | |
|--|----|
| Figura 33. Crecimiento del tejido urbano de Cali | 55 |
| Figura 34. Desarrollo de los ejes de diseño urbano | 57 |
| Figura 35. Desarrollo de los tres lotes de propuesta urbana | 58 |
| Figura 36. Ejes de división para los tres lotes. | 59 |
| Figura 37. Visualización de la propuesta urbana | 60 |
| Figura 38. Desarrollo de plazoletas, caminos, vivienda y comercio | 60 |
| Figura 39. Delimitación del lote dentro de la propuesta urbana | 61 |
| Figura 40. Implantación del objeto (domo ovalado). | 62 |
| Figura 41. Implantación inicial | 62 |
| Figura 42. Definición de los núcleos vegetales | 63 |
| Figura 43. Transformación de la forma (núcleo vegetal y volúmenes penetrados). | 64 |
| Figura 44. Transformación de la forma (núcleo vegetal) | 64 |
| Figura 45. Transformación de la forma división del volumen | 65 |
| Figura 46. Transformación de la forma (extrucción) | 66 |
| Figura 47. Transformación de la forma (adición y penetración) | 67 |
| Figura 48. Transformación de la forma (extrucción) | 67 |
| Figura 49. Transformación de la forma (adición y penetración) | 68 |
| Figura 50. Transformación de la forma ejes de verdes | 69 |
| Figura 51. Acceso del edificio. | 70 |
| Figura 52. Aproximación al edificio | 70 |
| Figura 53. Matriz de estrategias conceptuales | 71 |
| Figura 54. Organigrama funcional | 79 |
| Figura 55. Programa arquitectónico zonificado | 80 |
| Figura 56. Análisis bioclimático | 82 |
| Figura 57. Plano primer piso. | 87 |
| Figura 58. Fachada norte | 87 |
| Figura 59. Fachada sur | 88 |
| Figura 60. Plano segundo piso | 88 |
| Figura 61. Plano tercer piso | 89 |
| Figura 62. Fachada oriente | 89 |
| Figura 63. Corte | 90 |

| | |
|--|----|
| Figura 64. Plano de cuarto piso | 90 |
| Figura 65. Plano de quinto piso | 91 |
| Figura 66. Planta de cimentación | 92 |
| Figura 67. Planta de contrapiso de segundo nivel | 93 |
| Figura 68. Planta de contra piso tercer nivel | 94 |
| Figura 69. Planta de contrapiso de cuarto nivel | 95 |
| Figura 70. Corte por fachada | 96 |
| Figura 71. Visualización externa del proyecto | 97 |
| Figura 72. Visualización externa del proyecto | 97 |
| Figura 73. Visualización interna del proyecto | 98 |
| Figura 74. Visualización interna del proyecto | 98 |

RESUMEN

La arquitectura biomimética, biomiméssis o biomimetismo, son una serie de términos que están siendo empleados actualmente para referirse a la arquitectura pensada desde la naturaleza la cual busca soluciones sostenibles para los edificios por medio de la adaptación de la arquitectura a la naturaleza. Sin embargo, este tema de la arquitectura ha generado diversos puntos de debate donde la biomiméssis se abre en dos grandes ramas: la naturaleza como fuente de inspiración y la mimetización con la naturaleza. El principio biomiméssis es fundamental para el mejoramiento del sector agroindustrial ya que permite generar una armonía entre lo tecnológico, la naturaleza y la sostenibilidad que ayude tecnificar el sector en Cali, pero siempre partiendo de lo natural, con el fin de crear espacios idóneos para la investigación en biotecnología que sean abiertos a la ciudad, esto dado a que en país actualmente se encuentra rezagado el sector de tecnología aplicado a la industria alimentaria haciendo que los productores sean incapaces de competir en un sector tanto local como internacional.

Palabras claves: Biotecnología, Investigación, Agroindustrial, Sostenibilidad, mimetización.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos ha sido notable el desarrollo de ideas enfocadas al diseño sostenible y sustentable, así como por las propuestas hacia una vida más ecológica y estas han resultado en el desarrollo de arquitectura pensadas desde la naturaleza. (Sánchez D. , 2019)

la arquitectura biomimética parte de la idea de :la naturaleza es fuente primordial para la existencia del ser humano, dado a los recursos que esta ofrece, por lo tanto no debe ser vista como un proveedor de alimentos y bienes hacia las ciudades y los seres humanos sino también entender lo finito de los recursos como el agua y desde la arquitectura amortiguar los efectos negativos sobre la ella por ello es necesario crear una conciencia de conservación, preservación y respeto hacia el medio ambiente. (Fernández, 2015)

la biomimésis aplicada a la arquitectura tiene como principio: desarrollar un tipo de diseño activo con el medio ambiente con los requerimientos de confort interior, a través de la adaptabilidad del edificio en función, diseño, estructura, materiales. (López, Rubio, & Álvaro, 2017)

Dado a lo poco que se trata la biomimésis comparado con otros temas de la arquitectura, se genera un debate que genera la pregunta de: ¿Qué es realmente la biomimésis? Dado a que existen diversas formas de aplicar una misma idea, sin embargo, las más comunes son dos: la naturaleza como fuente de inspiración y la mimetización con la naturaleza, ambas buscan tomar como punto principal su entorno natural y generar una arquitectura sostenible.

La naturaleza como fuente de inspiración ha generado diversas complicaciones y críticas dado a que muchas veces no se generan espacios sostenibles, si no que en cambio se toman características de un elemento traído de la naturaleza (animales, vegetación, bacterias, entre otros) y generan una analogía entre arquitectura y elemento natural, pero esto no garantiza sostenibilidad y general mente produce edificios figurativos que a su vez no tienen ninguna relación con el contexto. Por otro lado, la mimetización natural logra estudiar su entorno, ver el contexto de donde se desarrollará un proyecto y pensar en la integración de esto con la naturaleza por lo que se logra crear una armonía entre los elementos naturales y los elementos creados por el hombre, lo que garantiza generar una arquitectura bioclimática.

Los principios de la arquitectura biomimética se aplican al sector de capacitación agroindustrial debido a que se busca romper con el modelo de capacitación actual en Colombia,

que separa la producción agroindustrial del aprendizaje en biotecnologías y cierra estos espacios al público común, a su vez se niegan a la ciudad y a la naturaleza.

La biotecnología alimentaria tiene la capacidad de generar mejores productos y que pueden ser desarrollado de manera sostenible y haciendo los procesos agroindustriales más eficientes. (Montenegro & Hernández, 2015)

En el caso del sector industrial en Colombia que actualmente se encuentra en un retraso considerable con relación al mercado internacional producida por la adquisición tardía de modelos tecnológicos más eficientes, y a falta de investigación en biotecnologías, genera que el país carezca de niveles importantes de competitividad en calidad y eficiencia. De ahí la necesidad de incorporar un modelo más ambicioso en el sistema agroindustrial, que permitirá poner a nivel la agroindustria con los nuevos retos y oportunidades de la globalización. (Martinez & Morales, 2016)

En el país el departamento del Valle del Cauca ofrece posibilidades para una tecnificación en el sector alimentario, debido a que este es uno de los departamentos con mayor biodiversidad y potencial agroindustrial (Sanches & Guitierrez, 2013), además se busca ubicar el proyecto en un contexto urbano que permia integrar la idea de agroindustria e investigación tecnología, por lo que se establece la ciudad de Cali.

1. ELECCIÓN TEMÁTICA

1.1. Definición del enfoque abordado

Se define el proyecto de grado en la línea de diseño arquitectónico de un equipamiento en investigación en biotecnología alimentaria basado en la biomiméesis.

1.2. Descripción de la temática general a trabajar

El desarrollo del diseño puntual de un equipamiento en investigación biotecnología alimentaria parte desde el tema de la arquitectura biomimética basada en la mimetización natural que permite generar un enfoque sostenible que permite generar espacios idóneos para la investigación y capacitación en materia alimentaria.

2. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN

2.1. Formulación del problema

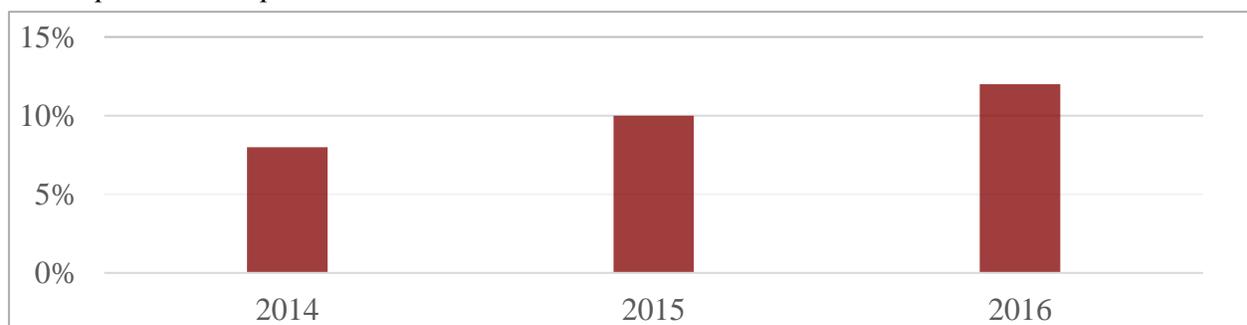
Colombia tiene muchas ventajas para la producción alimentaria frente a los demás países de América latica, como lo son su ubicación geográfica y la diversidad, pero se encuentra en una desventaja notable en relación con su avance tecnológico para el adecuado desarrollo de productos agroindustriales, lo que genera un producto que no puede competir en un mercado internacional, además si a esto se le agregan los TLC que a países como estados unidos que tienen vía libre para comercializar sus productos en precios más bajos, deja así tanto a los pequeños como grandes productores la única opción de mejorar el producto, tanto en precio como calidad, lo que se logra a partir de la tecnificación del sector agroindustrial en el país. (Ortiz, 2012)

Debido a que la problemática principal establecida está relacionada directamente con la falta de infraestructura necesaria para la investigación en biotecnología alimentaria y el retraso evidente del mismo, del cual surge la necesidad de que la misma arquitectura contribuya al mejoramiento de los procesos agroindustriales por medio de un equipamiento que desde su diseño y teoría transmita el avance tecnológico, pero siempre enfocado a la naturaleza, entendiéndola y reinterpretándola.

2.1.1. Variables de estudio

Figura 1.

Participación de la producción anual sector alimentario en el PIB nacional

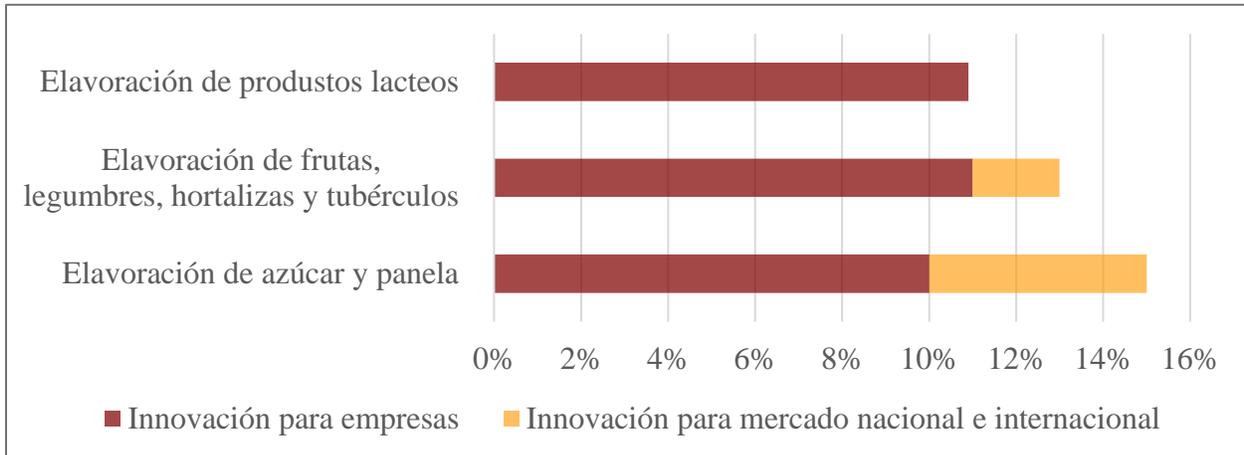


Nota. La figura muestra la comparativa entre los años del 2014 al 2016 en la producción anual alimentaria presente en el valle del cauca según las cifras del DANE.

De acuerdo con el DANE, la zona alimentos se compone por siguientes actividades económicas: Carnes y pescados, aceites y grasas animales y vegetales, Productos lácteos, productos de molinería, almidones y sus productos, productos de café y trilla, azúcar y panela, cacao, chocolate y productos de confitería, productos alimenticios, bebidas.

Figura 2.

Porcentaje de innovación de empresas en el sector alimentario.



Nota. La figura muestra la comparativa en porcentajes entre los productos alimentarios elaborados según la innovación de las empresas en el mercado local e internacional según las cifras del DANE

Tabla 1.

Cantidad de empresas por municipios focalizados

| Municipios del valle del cauca | Agroindustria de alimentos y bebidas |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| Cali | 2.228 |
| Palmira | 366 |
| Buenaventura | 249 |

Nota. La tabla muestra la cantidad de industrias alimentarias presentes en las principales ciudades del valle del cauca a partir de los datos de la cámara del comercio.

2.2. Pregunta problema

¿Cómo pueden los principios de la arquitectura biomimética, generar condiciones espaciales, funcionales y formales óptimas para el desarrollo de actividades de investigación en biotecnología alimentaría?

3. INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA EN CALI

El problema afecta al sector agroindustrial en su materia de capacitación, investigación y tecnificación por lo que para contribuir a su mejoramiento para el Valle del Cauca dado a que sus productos en ocasiones no cuentan con la calidad para competir con empresas internacionales que acceden libremente a Colombia, por lo que la mejor opción para estos productores es la investigación en técnicas vanguardistas y capacitaren en formas sostenibles de cultivo y elaboración de estos.

4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

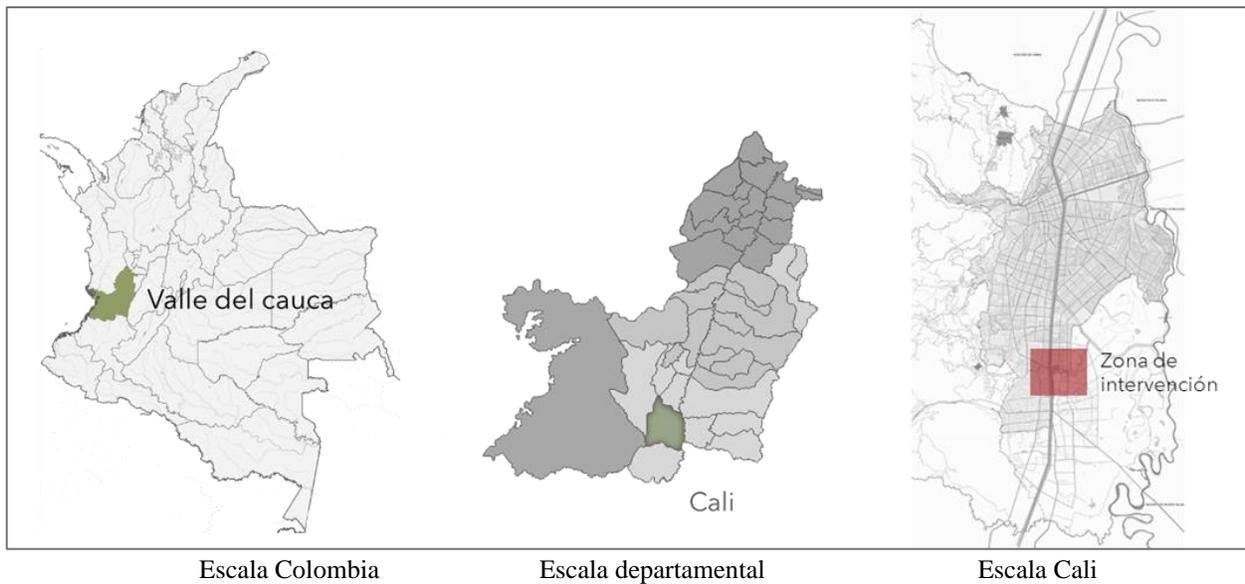
Dado a una problemática actual que afecta directamente al sector tecnológico de la agroindustria, se plantea a escala departamental el valle del cauca como ubicación, debido a que este ha sido pionero en identificar las oportunidades de desarrollo regional basado en ciencias e innovación, aprovechando su diversidad y un tejido de investigación, el cual corresponde a al 40% del PIB de la región. (Sanches & Guitierrez, 2013)

En la escala de municipio se plantea Cali que tiene una participación destacada en el PIB colombiano del 8.1 % Según cifras del Dañe. La ciudad es líder en industrias además participa con el 10,5 % del valor agregado industrial. la región cuenta la presencia de 70 compañías multi nacionales y su ubicación geográfica es potenciada por cinco aeropuertos (Buenaventura, Cartago, Juanchaco, Palmira y Tuluá) y cuatro zonas francas ubicadas a lo largo de todo el departamento, siendo Cali un punto central geográfico para los municipios del sur del valle del cauca por lo que cuenta con la capacidad de abarcar mayor población y por lo tanto generar mayor impacto. (Procolombia , 2017)

4.1. Delimitación territorial

Figura 3.

Plano de delimitación territorial del proyecto

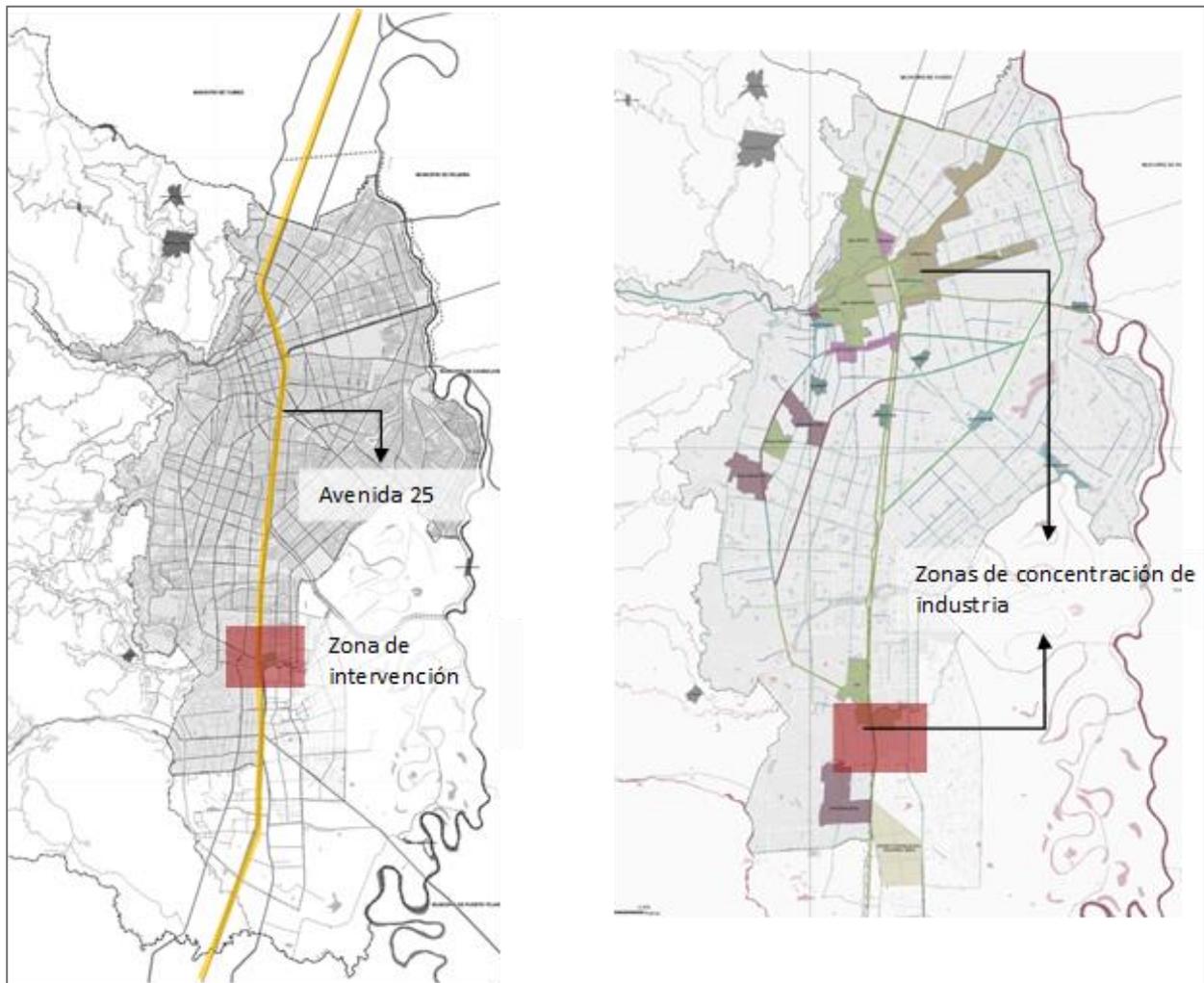


Nota: la figura muestra en la ubicación del lote en un plano a tres escalas, la escala Colombia, escala departamental y a escala de ciudad.

Se escoge una zona de Cali que tenga fácil acceso tanto en la misma ciudad como en otros municipios, esto con fin de tener un mayor alcance para generar un mayor impacto, se busca la conectividad con el valle del cauca por medio de un área que es aledaña a la avenida calle 25 que atraviesa la ciudad y conecta con municipios como Jamundí, palmira y jumbo. Como determinante se incorpora la industria presente en Cali ubicando el proyecto en la zona aledaña a la industria y con fácil conectividad, además de tener la característica ser una zona donde está la concentración de universidades según el POT vigente.

Figura 4.

Sistema vial y nodos de industria presentes en Cali

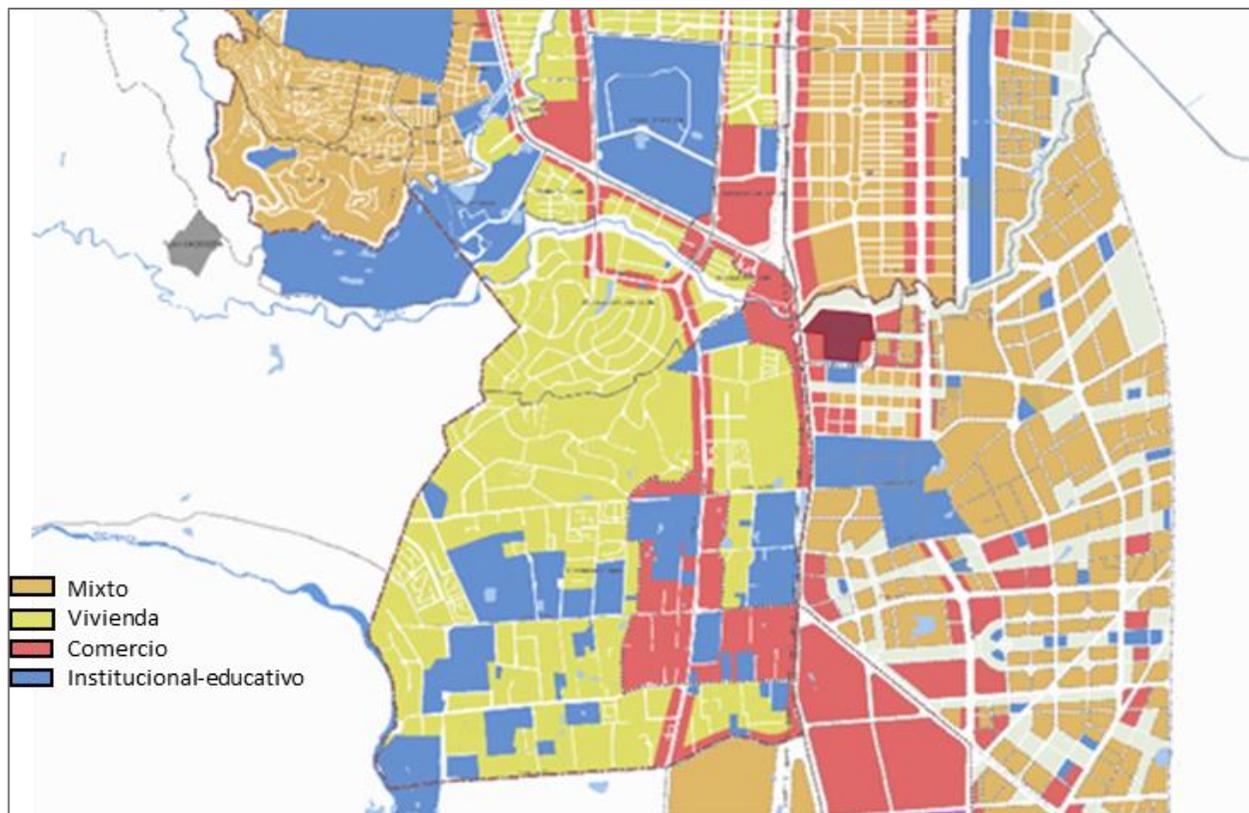


Nota. La figura muestra la vía arterial principal avenida calle 25 presente en Cali y su conexión con los nodos industriales y la ubicación del área de estudio.

Esta zona se caracteriza por ser una zona residencial, pero en las cuales se encuentra presente varias universidades como lo son la universidad del valle, universidad libre de Cali, universidad pontifica javeriana entre otras. Además, es la ubicación frente al río jarrillo y la zona cuenta con una gran cantidad de zonas verdes con el fin de aplicar los principios biomimética donde se busca generar una conexión con la vegetación nativa del valle del cauca.

Figura 5.

Plano de usos del suelo en el área de estudio

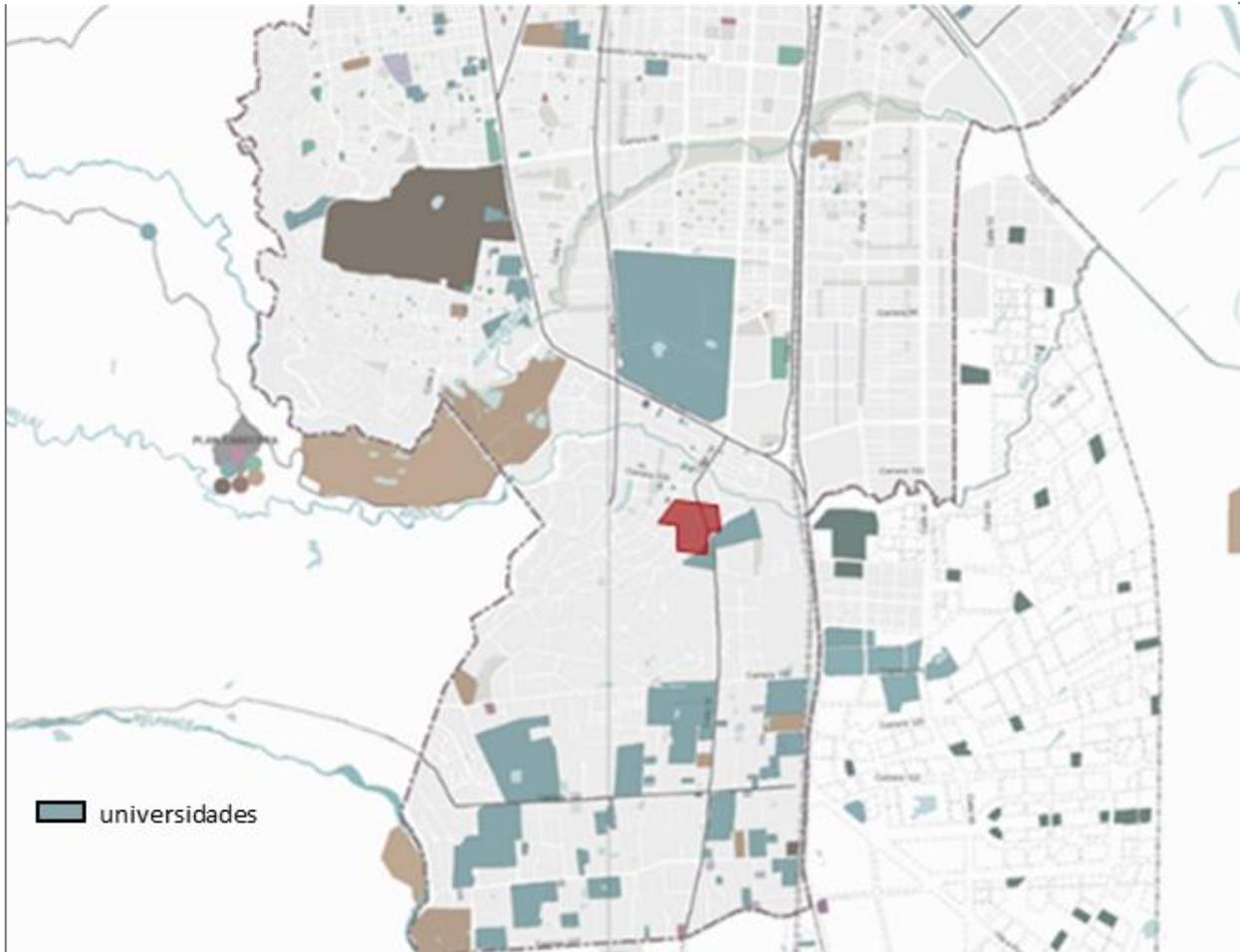


Nota. La figura muestra la distribución del uso del suelo presente en el área de estudio, donde predomina el uso mixto y de vivienda, pero contando con una connotación de uso educacional, tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

Figura 6.

Plano sistema de equipamientos predominantes



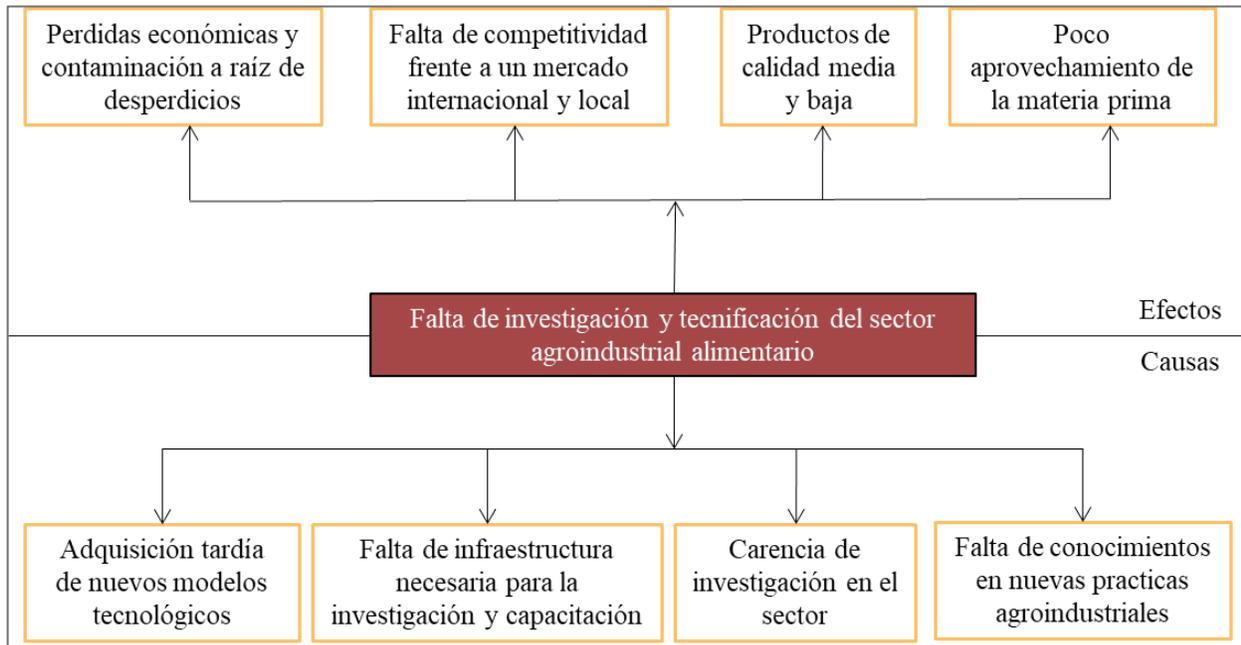
Nota. La figura muestra el sistema de equipamientos presentes en el área de estudio como la universidad pontifica, la universidad del valle, universidad de buenaventura de Cali, etc. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

4.2. Árbol de problemas

Figura 7.

Árbol de problemas



Nota. La figura muestra los principales problemas presenten alrededor de la industria alimentaria de Cali a partir de sus causas y efectos.

5. JUSTIFICACIÓN

El objetivo de la arquitectura biomimética es mimetizar la estructura con el entorno, para lograr una integración entre ciudad, naturaleza y proyecto, esto con el fin de crear una arquitectura que no invada ni perjudique a la naturaleza y aplicar conceptos y materiales vernáculos.

En la actualidad los equipamientos dedicados a la capacitación, producción y comercialización agroindustrial carecen de conceptos arquitectónicos enfocados a la preservación del medio ambiente dando como resultados.

Con relación al total de innovaciones de métodos y/o técnicas empresariales⁷ logradas por las empresas industriales, 57,9% consistieron en nuevos métodos de producción, distribución, entrega o sistemas logísticos, seguido por 21,1% de nuevas técnicas de comercialización y 21,0% de nuevos métodos organizativos (Dane, 2019)

El Valle del Cauca, Colombia, ha sido pionero en identificar la oportunidad de desarrollo regional basado en ciencias de la vida e innovación, aprovechando su mega diversidad y un tejido empresarial, académico y de investigación, en los cuales se soporta el 40% del PIB de la región que se basa en recursos biológicos como materia prima. En este contexto se formuló el Plan de la Estrategia Biorregión Valle del Cauca al 2019 y el Consejo Regional de Competitividad seleccionó el Sector bioindustrial como sector de clase mundial en las apuestas de la región según el Consejo Regional de competitividad. Con estos avances promisorios, ha sido identificada sin embargo la necesidad de un proceso de consolidación de las condiciones necesarias para lograr el desarrollo y el aprovechamiento de la biotecnología y las ciencias de la vida, como herramientas para el desarrollo y la prosperidad regionales. (Sánchez & Gutiérrez, 2013)

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Estudiar y recrear los principios de la arquitectura biomimética para el diseño de un equipamiento de investigación en biotecnología alimentaria en Cali-Valle del Cauca

6.2. Objetivos específicos

1. Conocer las características y teorías que rigen la arquitectura biomimética para recrear los principios aplicables la investigación en biotecnología alimentaria.
2. Identificar y Analizar el lugar de intervención para llevar acabo un equipamiento de investigación en biotecnología alimentaria.
3. Plantear el esquema básico del proyecto a partir de las teorías biomimética que permitan generar condiciones espaciales idóneas para la investigación en biotecnología.
4. Desarrollar el proyecto del equipamiento arquitectónico por medio de las etapas integrales urbanas, arquitectónicas, constructivas desde las biomimésis para un centro de investigación en biotecnología alimentaria.

7. MARCO DE ANTECEDENTES

7.1. Referentes

Tabla 2.

Síntesis de referentes

| NOMBRE | TIPO | ESTRATEGIAS | IMAGEN |
|--|---------------------|--|---|
| EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN UNIVERSIDAD JAVERIANA | Referente tecnico | Se toma la tecnica constructiva que permite tener espacios abiertos, fachadas ventiladas y materiales pensados para el lugar teniendo en cuenta el clima de la ubicación del proyecto. |  |
| CENTRO DE PRODUCCIÓN E INVESTIGACIÓN ALIMENTARIA CAROZZI | referente funcional | se toma la actividad, dado a su distribución de espacios y desarrollo. También se toma en su programa y la correcta distribución de este. |  |
| CNIA INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA | referente funcional | se toma dado a su programa y el desarrollo del mismo, creando espacios idoneos para la investigación. |  |
| VESSEL PUBLIC LANDMARK | referente de forma | se toma dado a su forma de reinterpretar un panal de abejas, llevando así la biomimética para el desarrollo del proyecto |  |
| MUSEO PARQUE XIMHAI | referente urbano | se toma por su desarrollo en espacio publico por medio de la integración de jardines verdes que se convierten en parques de bolsillo. |  |

Nota. La tabla muestra la síntesis de los referentes tomados, el tipo y el por qué se toman conforme al proyecto.

8. MARCO REFERENCIAL

8.1. Marco teórico conceptual

8.1.1. *Naturaleza como fuente de inspiración*

“A lo largo del desarrollo de la humanidad se ha aprendido de la naturaleza empleando los mecanismos que hay en esta en términos de eficacia. Esto siendo discordante con la forma en la que la vida cotidiana se desaprovecha los recursos necesarios y limitados como si estos mismos nos pertenecieran. La naturaleza en esencia es un referente y la principal fuente de inspiración que ha posibilitado el avance de humanidad”. (ASHES TO LIFE, 2018)

la necesidad intrínseca de comprensión de la conservación y preservación y respecto al entorno natural ¿Al momento de diseñar o de crear un nuevo producto, porque no preguntarse como lo haría la naturaleza? Estas repuestas ya existen, con un análisis del funcionamiento, el sistema y así contemplando como se logra en la naturaleza. El fin de naturaleza es servir como una forma de desarrollar productos por medio de la investigación de esta, sin llevarse por delante la naturaleza. En el caso de la arquitectura es imprescindible que este empiece a mimetizarse tomando el modelo o sistema de seres del entorno natural. (Manriquez, 2015)

8.1.2. *Biomimésis origen y antecedentes*

La Biomimésis tiene origen del término -bio- vida y -mimesis- imitar, también llamada biomimética o biomimetismo, es la ciencia que estudia la naturaleza como fuente de inspiración encontrando en la naturaleza la solución a problemas humanos mediante procesos, sistemas y elementos. (Parras & Domínguez, 2016)

Janine M. Benyus, precursora en el tema desarrolla tres grandes puntos de vista en los cuales se puede desarrollar la biomimésis a la hora de crear nuevos diseños e ideas que pretendan solucionar ciertas necesidades o problemas.

1. “La naturaleza como modelo” la biomimésis se expone como una ciencia que estudia los modelos naturales en donde se analiza el contexto natural presente. (Moreno, 2012)

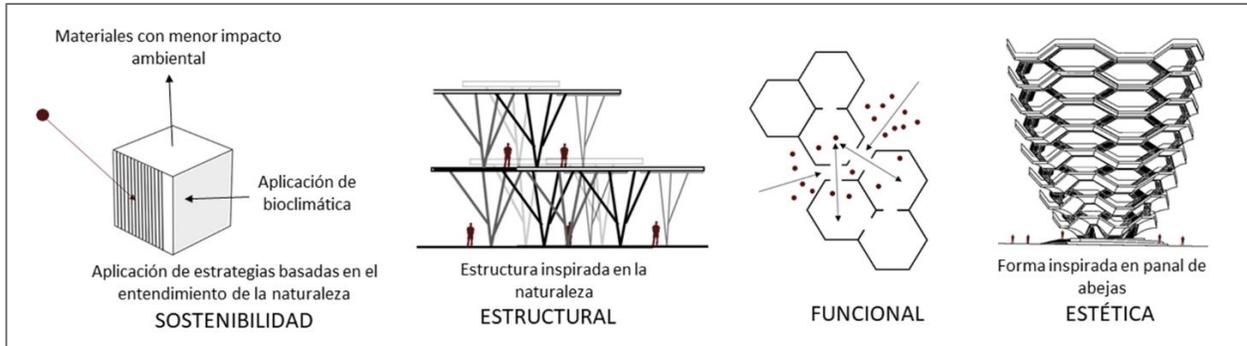
2. “La naturaleza como medida” en este se expone la biomimésis como un método para juzgar lo que sería correcto, o no, de las innovaciones elaboradas; la naturaleza ha aprendido, después de tantos millones de años, lo que funciona, lo que es apropiado y lo que perdura. (Moreno, 2012)

3. “La naturaleza como mentor” se entiende la biomiméesis como una nueva manera de ver y valorar a la naturaleza, introduciendo así una era basada en lo que se puede aprender del mundo natural (Moreno, 2012)

8.1.3. Biomimética aplicada a la arquitectura

Figura 8.

Aplicabilidad de la biomimética



Nota. La figura nos muestra la aplicabilidad para el campo estructural, funcional, de estética y sostenibilidad de la arquitectura biomimética

la relación entre biología y arquitectura podría comprenderse como algo dentro del contexto de la arquitectura ecológica. La arquitectura ecológica no es obligatoriamente arquitectura natural. El principio fundamental de la arquitectura natural se puede entender cómo usar la mayor cantidad de espacio con el menor gasto de material economizando material y energía (Jiménez, 2018)

8.2. Marco contextual

8.2.1. Tecnificación del sector agroindustrial

La ciencia de los alimentos nació en Estados Unidos en 1913 y es la pionera de la ingeniería de alimentos. Esta ciencia fue creada en base de las ciencias nutricionales en incorporando la bioquímica. A través del estudio de alimentos se desarrollaron nuevas herramientas logrando entender las alteraciones que tienen los alimentos en los procesos de transformación a nivel de su composición biológica, nutricional y bioquímica. (Duarte, 2015)

La producción de bienes agrícolas es una característica de todos los países, los 194 países miembros de la Organización de las Naciones Unidas, participan en el sector primario en sus economías, algunos tienen indicadores de más altos frente a otros, la diferencia se da dentro depende de la cantidad de recursos así como de los métodos para aprovecharlos de manera eficiente, Los

territorios tienen distintas características, siendo objeto de estudio para entender el comportamiento de la tierra y del mismo modo poder acoplar los medios de producción logrando el máximo aprovechamiento de los distintos factores de producción. (Orlando, 2019)

La industria y las empresas alimentarias son indispensables para la seguridad alimentaria y la nutrición, ya que contribuye en la producción, procesado, venta al por menor y comercialización de los alimentos que consumimos. La industria alimentaria coopera a modificar la agricultura y los sistemas alimentarios para obtener mejores resultados ambientales, sociales y económicos (FAO, 2019)

8.2.2. Industria alimentaria en Cali del valle del Cauca

El Valle del Cauca es el departamento con el área de cultivos agroindustriales y frutales más grande del país. El departamento es el mayor productor de azúcar a nivel nacional y líder en la producción de frutas como: uva, banano común, piña, cítricos, papaya, melón, guayaba, pitahaya, maracuyá, aguacate. (Lancheros, 2020)

9. MARCO LEGAL

9.1. Destinado para el área de intervención para el proyecto

“El proyecto se plantea como uso institucional enfocado a la investigación en biotecnología alimentaria y según POT vigente de Cali el proyecto se ubica en un suelo de expansión urbana que delimita con suelo urbano destinado para uso dotacional y mixto, además de hacer parte tener vocación de las centralidades industriales y empresariales”. (POT, 2014)

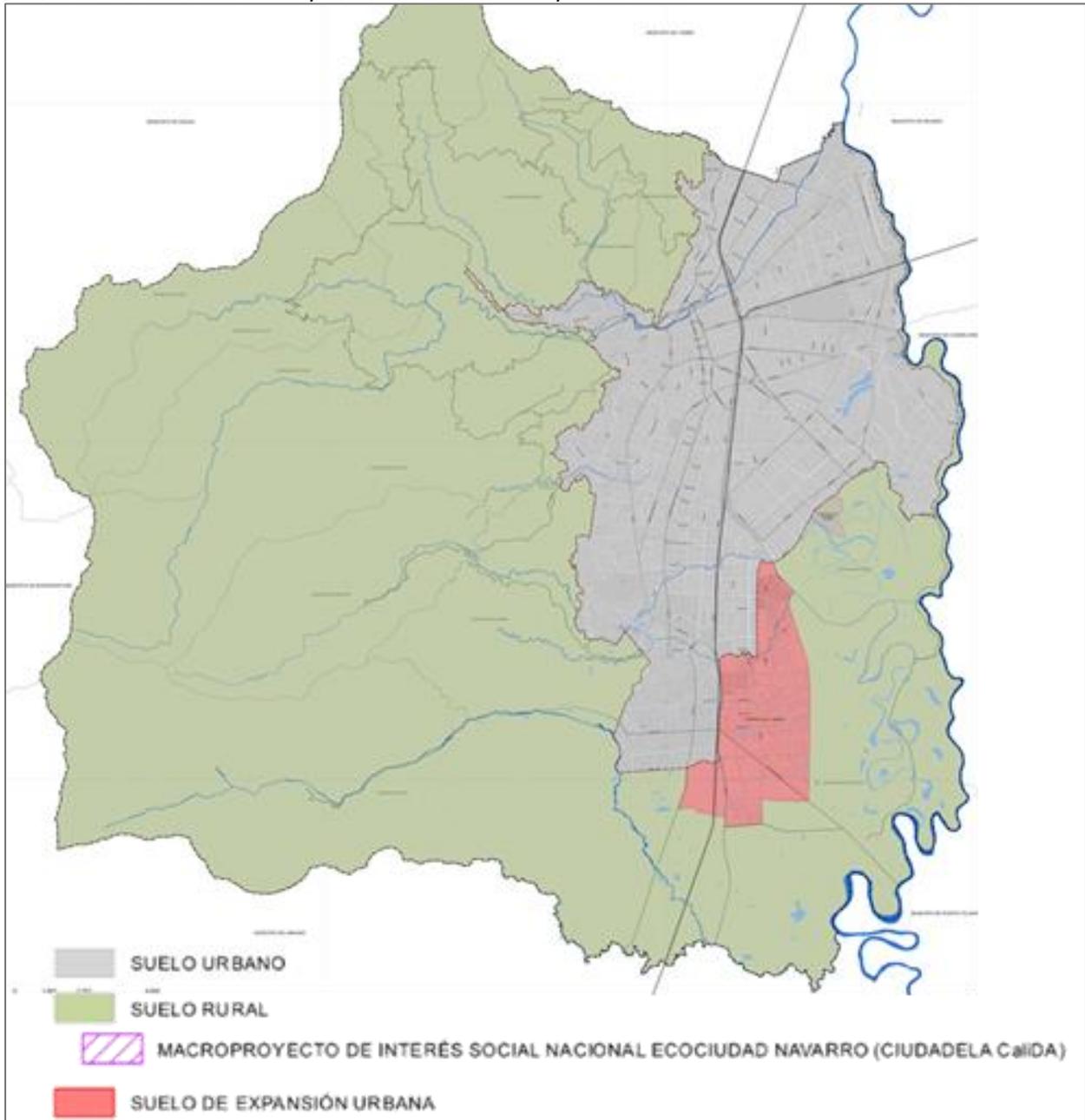
9.2. Normativa para suelos de expansión

“El suelo de expansión urbana adoptado por el Acuerdo 069 del 2000 se delimitó para el crecimiento controlado y planificado de la ciudad y conforme a lo estipulado en el artículo 32 del Capítulo IV. Clasificación del Suelo de La Ley 388 de 1997, el suelo de expansión urbana es aquel constituido por la porción del territorio municipal que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del plan de ordenamiento, y cuya determinación se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de

transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, parques y equipamientos colectivos de interés público o social.” (POT, 2014)

Figura 9.

Plano de los usos del suelo presentes en el municipio de Cali.



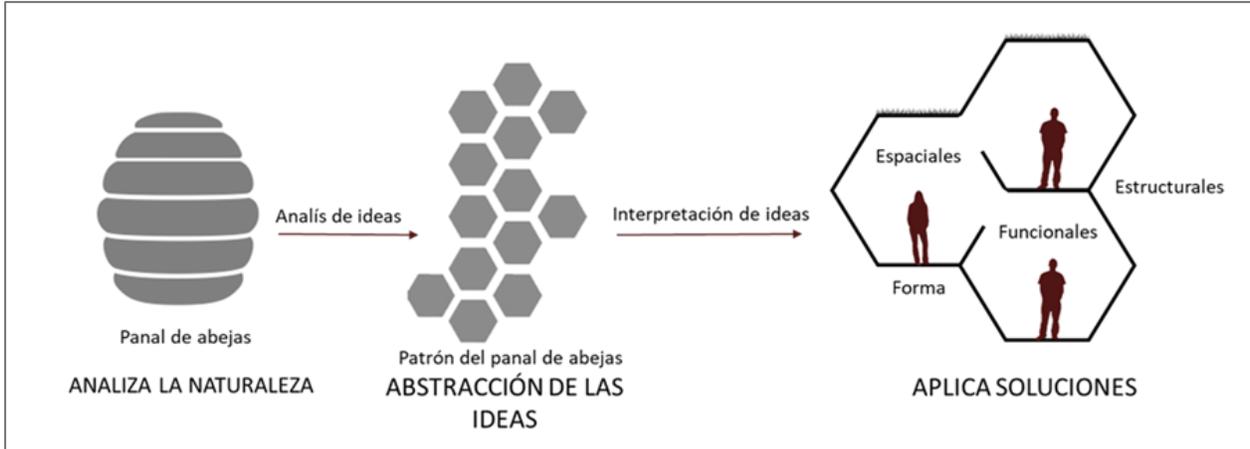
Nota. La figura muestra los cuatro tipos de suelos presentes en la ciudad de Cali tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10. LA ARQUITECTURA BIOMIMÉTICA Y LOS ESPACIOS DE INVESTIGACIÓN

Figura 10.

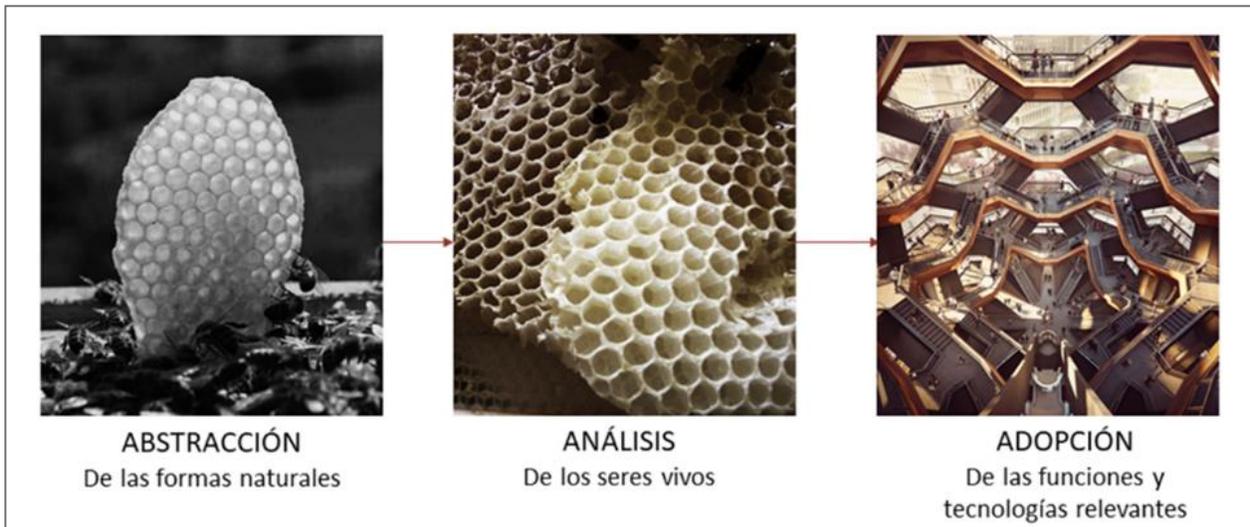
Proceso de aplicación de los principios biomimética.



Nota. La figura muestra los 3 niveles de aplicación de la arquitectura biomimética.

Figura 11.

La clasificación de los niveles de la biomimésis



Nota. La figura muestra los 3 niveles propuesto por la científica Janine Benyus

10.1. Clasificación para la aplicación de la biomimésis

La arquitectura biomimética o biomimésis enfocada a la mimetización con su entorno natural puede aplicarse de distintas formas, una de las más completas es la planteada por la científica Janine Benyus, la cual plantea una clasificación en niveles los cuales se traducen en un paso a paso para

el análisis de la naturaleza que se reinterpretan para la aplicación de la arquitectura y la mimetización con la naturaleza.

- En el primer nivel esta la abstracción de la forma natural:

“La abstracción formal. Permite conocer la materia móvil y sensible que forma a los objetos abstractos y captarlos en una forma amplia. En este nivel la inteligencia comprende la esencia del objeto, su materia” -Janine Benyus

El objetivo de este primer nivel es estudiar la naturaleza y abstraerla a formas, sin embargo, esto puede generar arquitectura figurativa sin un enfoque sostenible, por lo que este nivel se reinterpreta para dar paso a una investigación y análisis del entorno natural presente

- En el segundo nivel se profundiza en la naturaleza más que el primero, se profundiza en el funcionamiento de los seres vivos, esto se reinterpreta para determinar las condiciones actuales del lugar y entender el funcionamiento del ecosistema.
- El tercer nivel busca adoptar lo aprendido en los dos niveles anteriores, esto se aplica mediante el entendimiento de los resultados de los análisis realizados anteriormente y la aplicación en un modelo arquitectónico que permita la incorporación adecuada y genere el menor impacto ambiental posible al lugar, incluyendo tecnologías sostenibles y uso de materiales vernáculos.

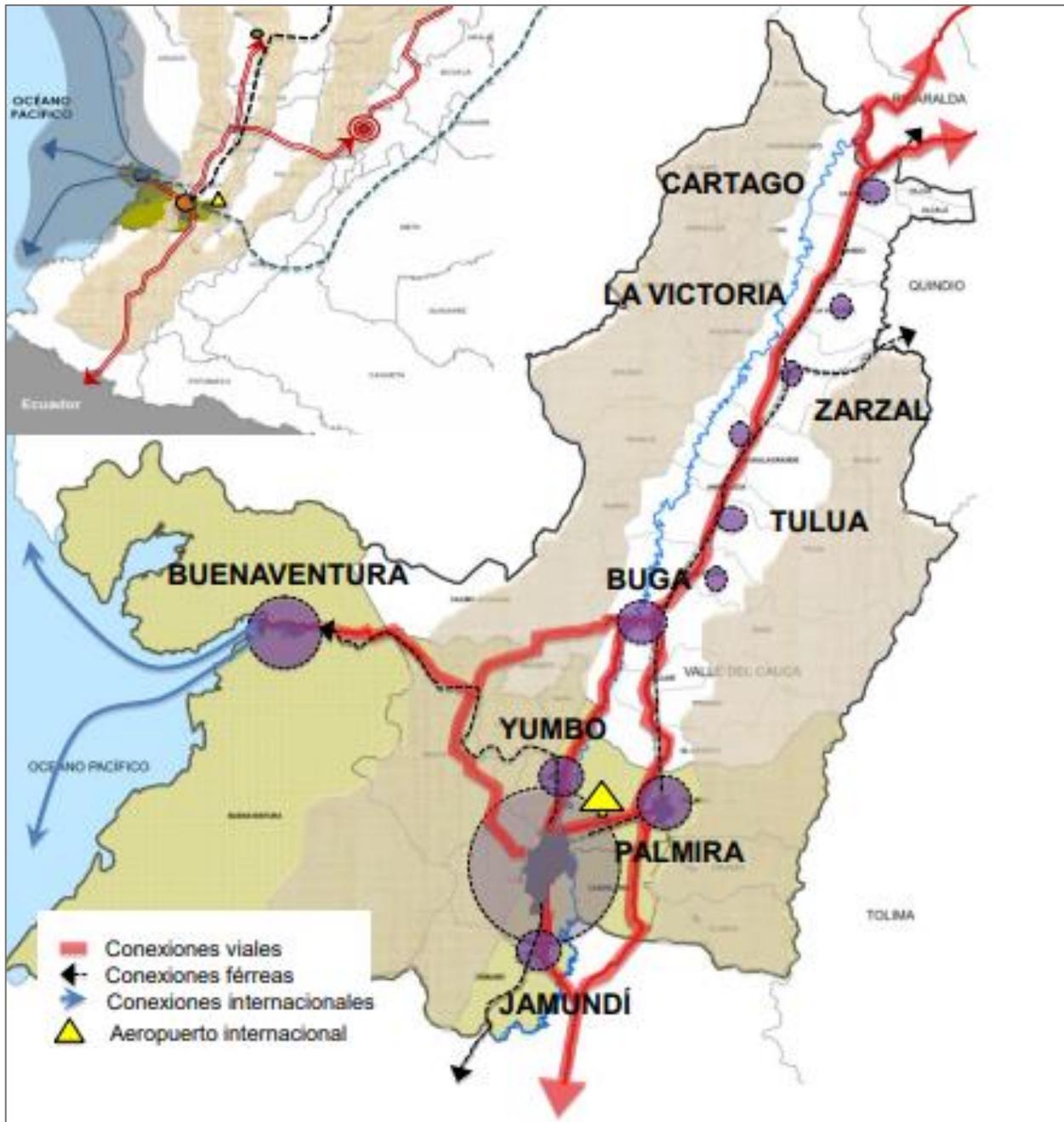
10.2. Análisis regional

10.2.1 Conectividad de Cali escala regional

Cali tiene una localización privilegiada, punto de conexión urbana principal hacia el Pacífico - escenario principal del desarrollo económico contemporáneo - y a la vez centro de una región con alto desarrollo industrial y agropecuario. Una región que tiene todas las cualidades para aprovechar el gran incremento del comercio internacional y los flujos más dinámicos de la economía globalizada. Como gran ciudad, pero aún sin las dimensiones que generan diseconomías, la región de Cali tiene grandes posibilidades de fortalecerse como nodo urbano principal de la Región Pacífica con un alto nivel de calidad de vida, que atraiga las empresas y la fuerza de trabajo calificada” (POT, 2014)

Figura 12.

conectividad a nivel mundial departamento Cali



Nota. La figura muestra la conectividad de Cali con los demás municipios presentes en el Valle del Cauca tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

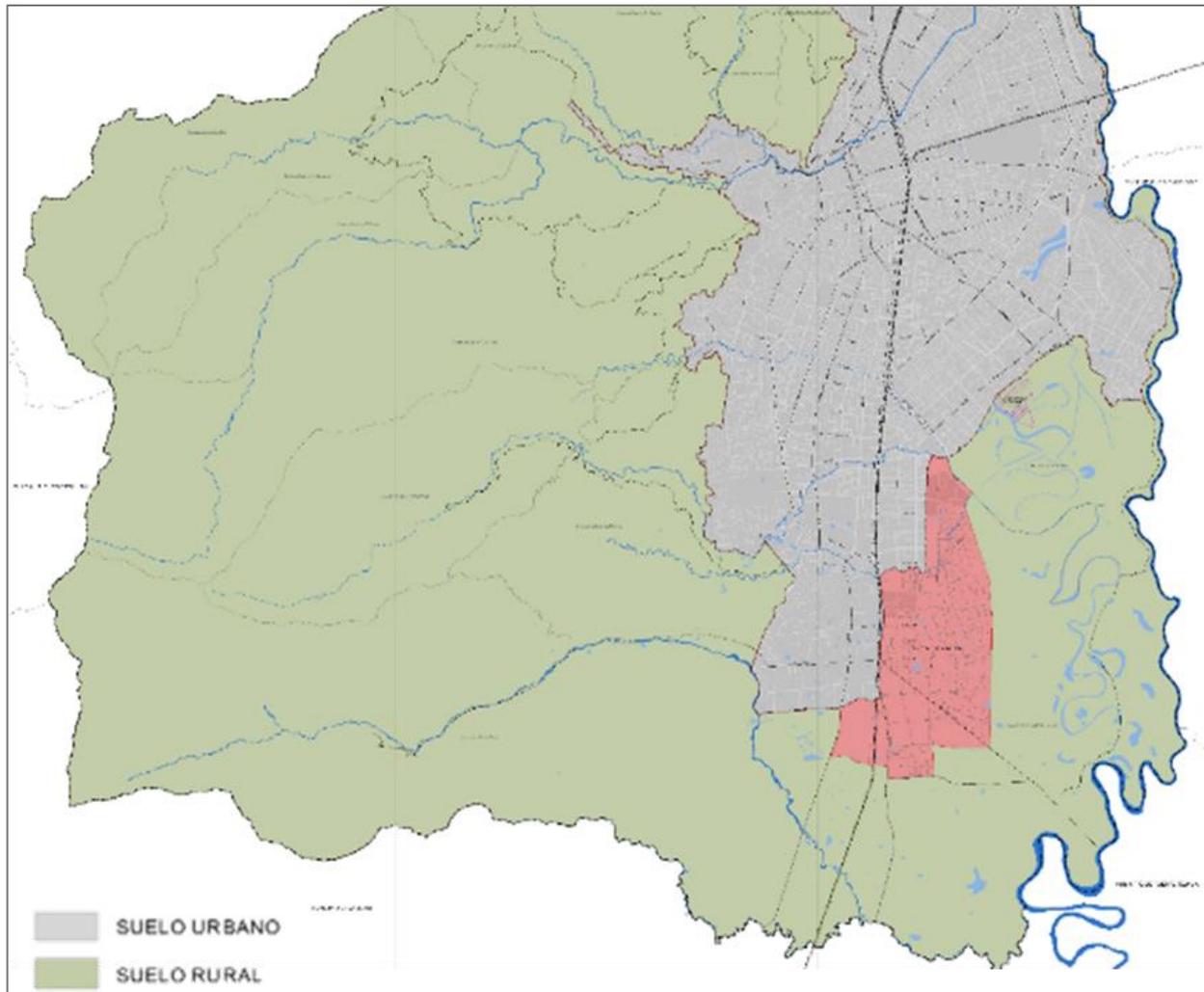
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.3. Análisis urbano

10.3.1. Clasificación del suelo

Figura 13.

Clasificación de suelo de Cali



Nota. La figura muestra los cuatro tipos de clasificación del uso del suelo de Cali, tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

“El municipio de Santiago de Cali presenta una subdivisión en las características de su geografía que permite reconocer, a rasgos generales, dos zonas de marcada diferencia topográfica: la zona del valle del río Cauca y la zona de montaña de la cordillera occidental. Esta diferencia hace referencia, en la memoria de los habitantes, a la localización del suelo urbano en la zona plana y el

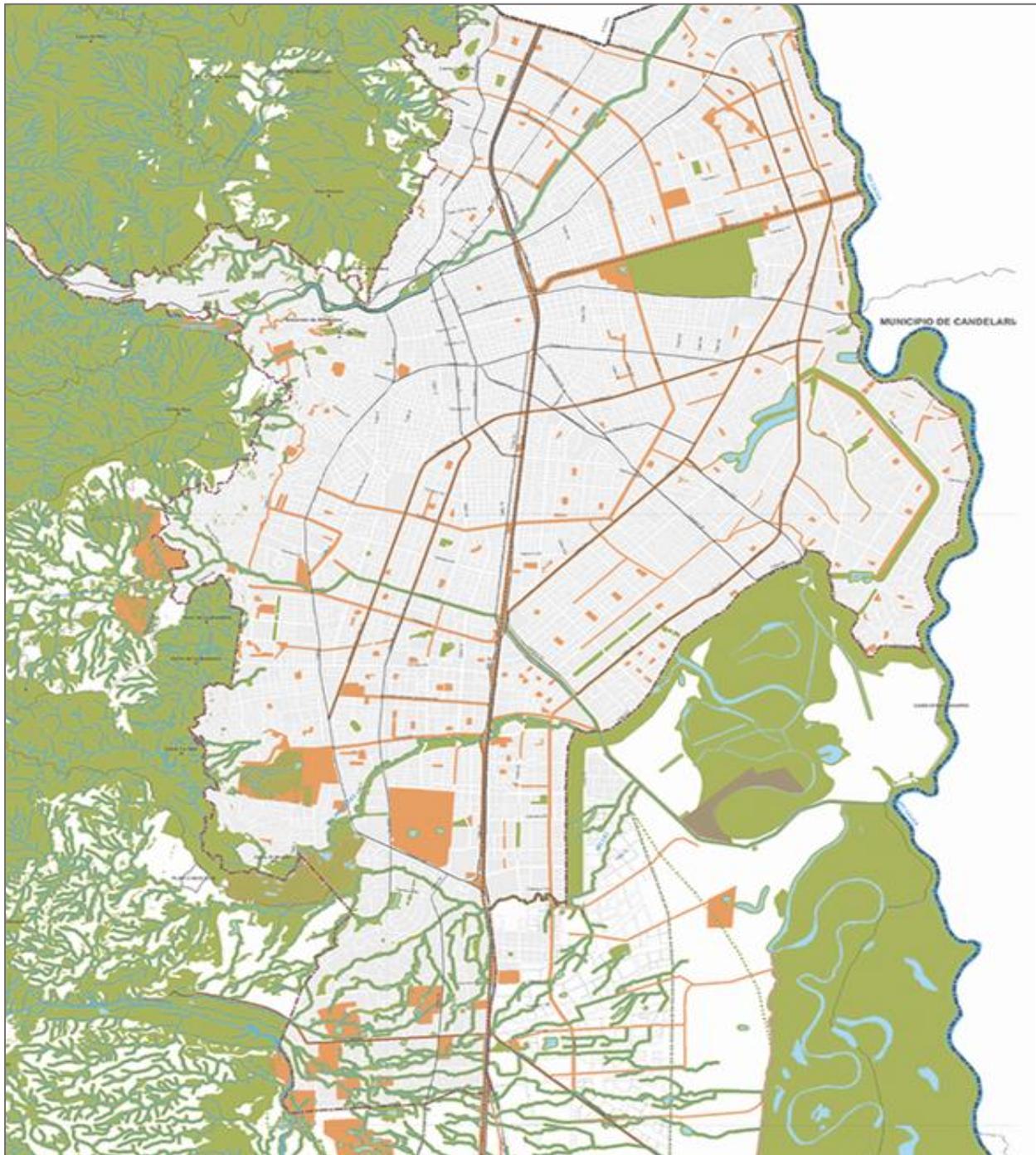
suelo rural en la zona de ladera; sin embargo, este límite entre suelo rural y urbano no es fácilmente perceptible en la realidad física del Municipio, dado que el perímetro urbano abarca zonas del piedemonte occidental de la ciudad.” (POT, 2014)

10.3.2. Estructura ambiental

“Conservar y recuperar para el municipio y para el uso respetuoso de los caleños, los ríos y cauces que conectan los cerros del occidente con el Río Cauca, es parte del proceso de conformación de una nueva estructura urbana y una base ambiental de gran importancia y calidad para sustentar el desarrollo urbano con alta calidad de vida. Los ríos y otros elementos ambientales, hoy lugar de miserias e invasiones, deben ser parte principal de una nueva estructura ambiental que soporta y valoriza el desarrollo urbano. La recuperación ambiental de los elementos centrales de la Estructura Ecológica Municipal es parte determinante del nuevo modelo de desarrollo que se formula considerando los grandes desafíos contemporáneos en ocupación del territorio, movilidad, producción, etc., relacionados especialmente con el calentamiento global.” (POT, 2014)

Figura 14.

Estructura ambiental de Cali



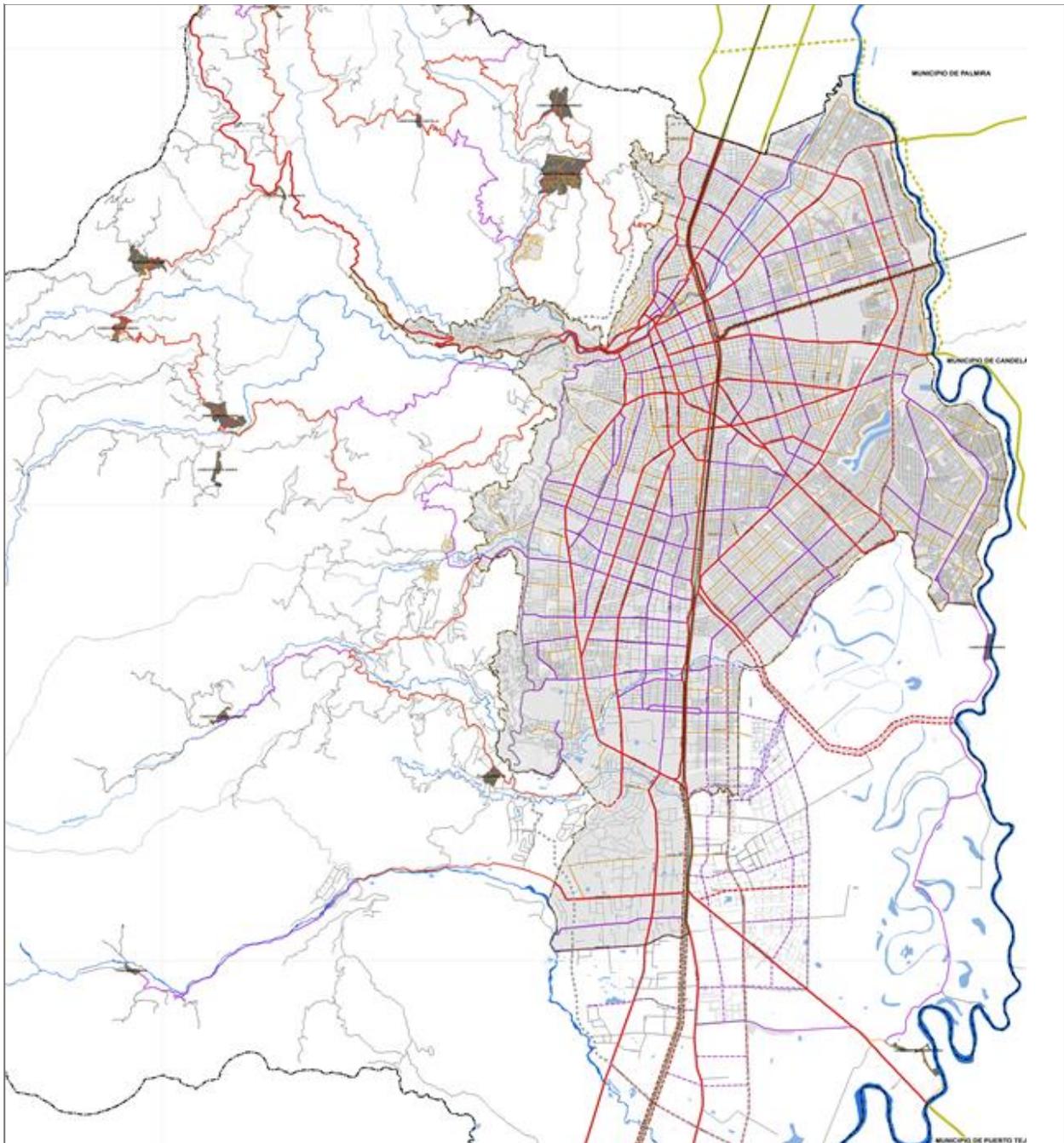
Nota. La figura muestra la estructura ambiental de Cali y las zonas de protección. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.3.3. Sistema de movilidad

Figura 15.

Jerarquía vial de Cali



Nota. La figura muestra la jerarquía vial presente en Cali, tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

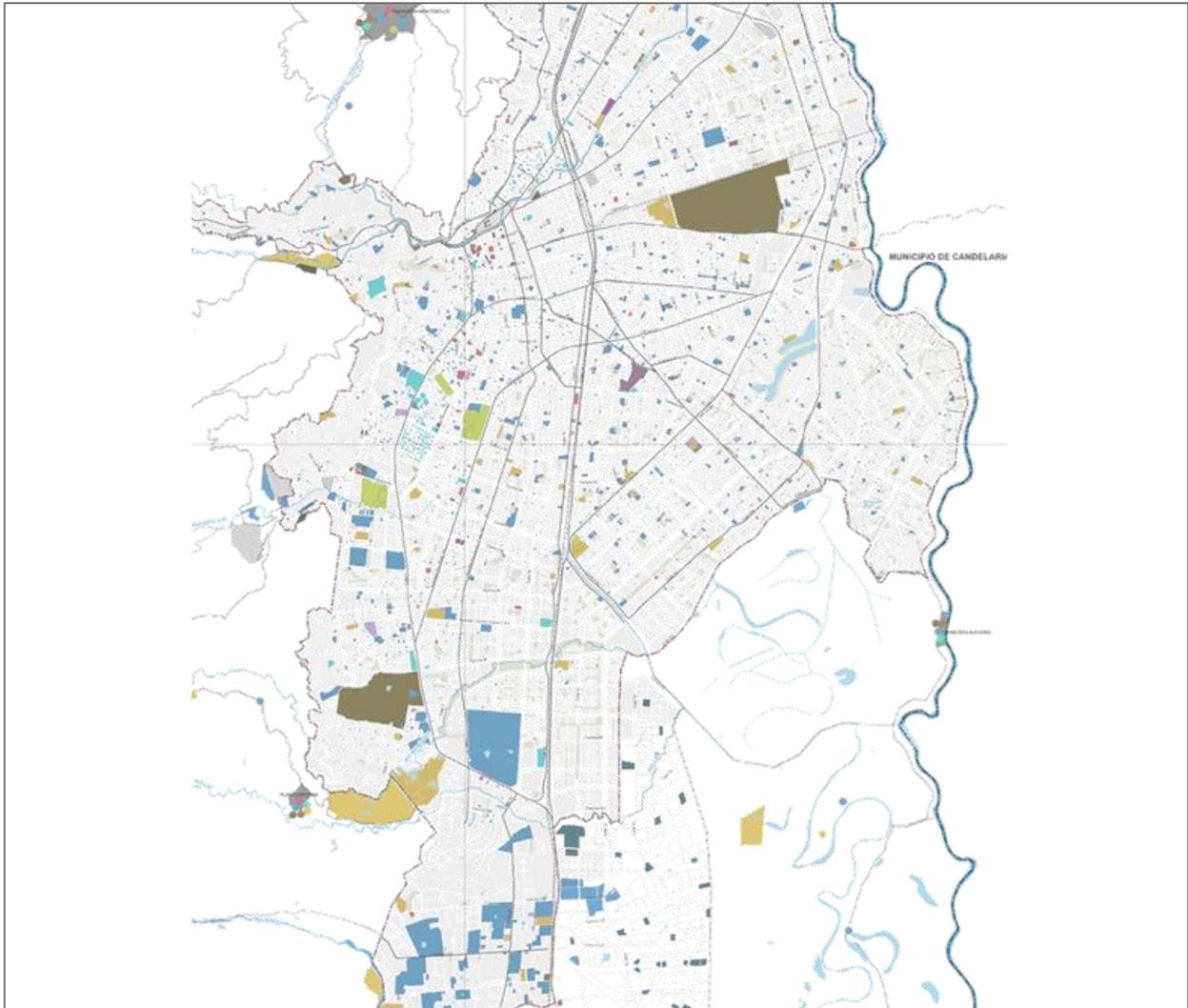
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

“En el componente de movilidad establecerá las bases para la construcción de un sistema eficiente que sirva adecuadamente los viajes futuros a nivel rural, urbano y regional, que corrija las ineficiencias actuales de movilidad y que potencie el desarrollo a través de una adecuada política de transporte y usos del suelo. Esta formulación requiere de un análisis del contexto actual y de una proyección a futuro de las tendencias actuales, que se presenta a continuación”. (POT, 2014)

10.3.4. Sistema de equipamientos

Figura 16.

Sistema de equipamientos



Nota. La figura muestra el sistema de equipamientos presentes en Cali donde destacan los de uso educativo. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

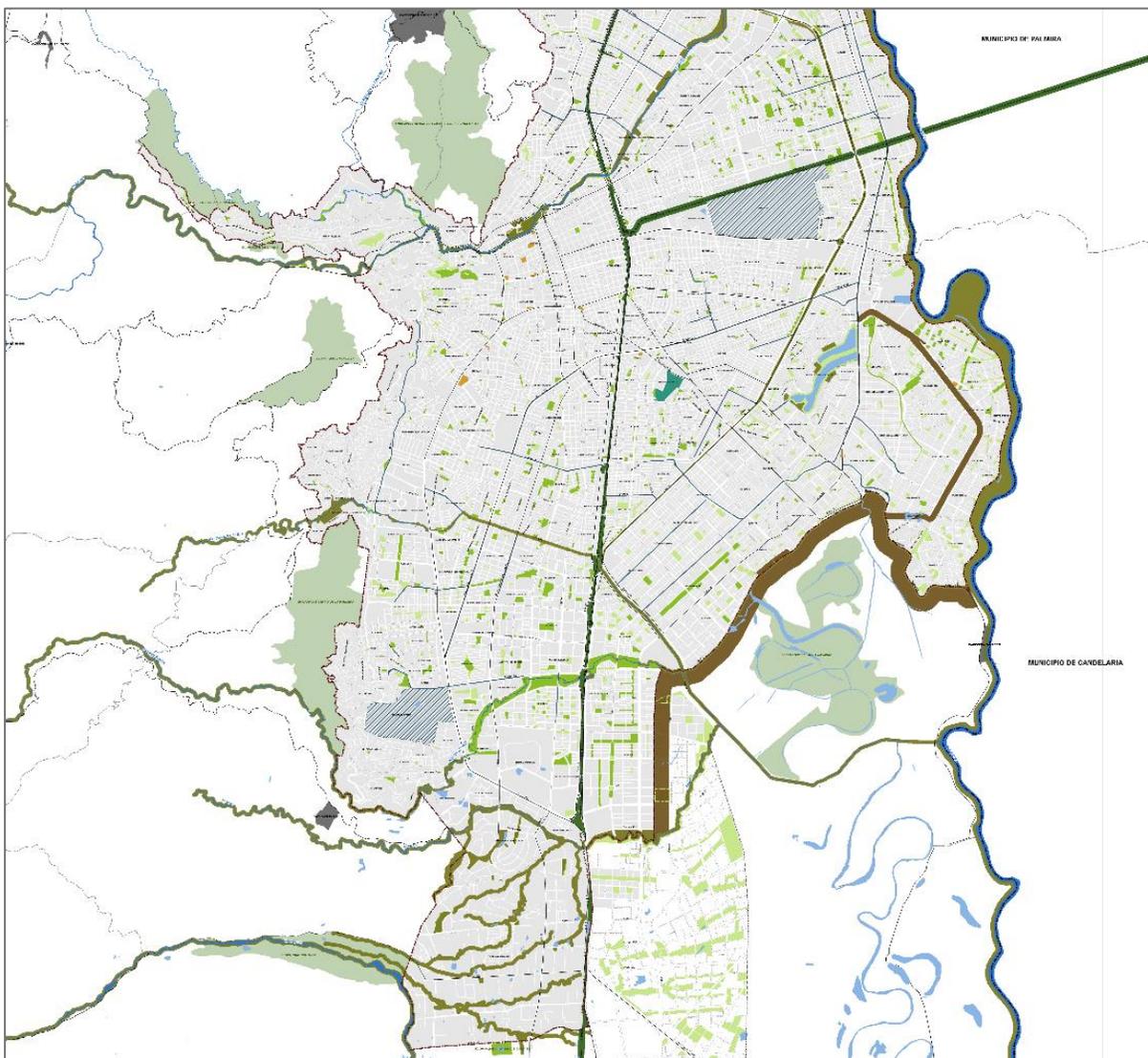
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

“Con el crecimiento de la ciudad, estas destinaciones del suelo urbano debieron utilizar clasificaciones genéricas, tales como, educacional, deportiva, cultural, etc., para ordenar el empleo de esas porciones del terreno distinguidas de la dominante del tejido residencial”. (POT, 2014)

10.3.5. Sistema de espacio publico

Figura 17.

Sistema de espacio publico



Nota. La figura muestra el espacio público a nivel de Cali. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

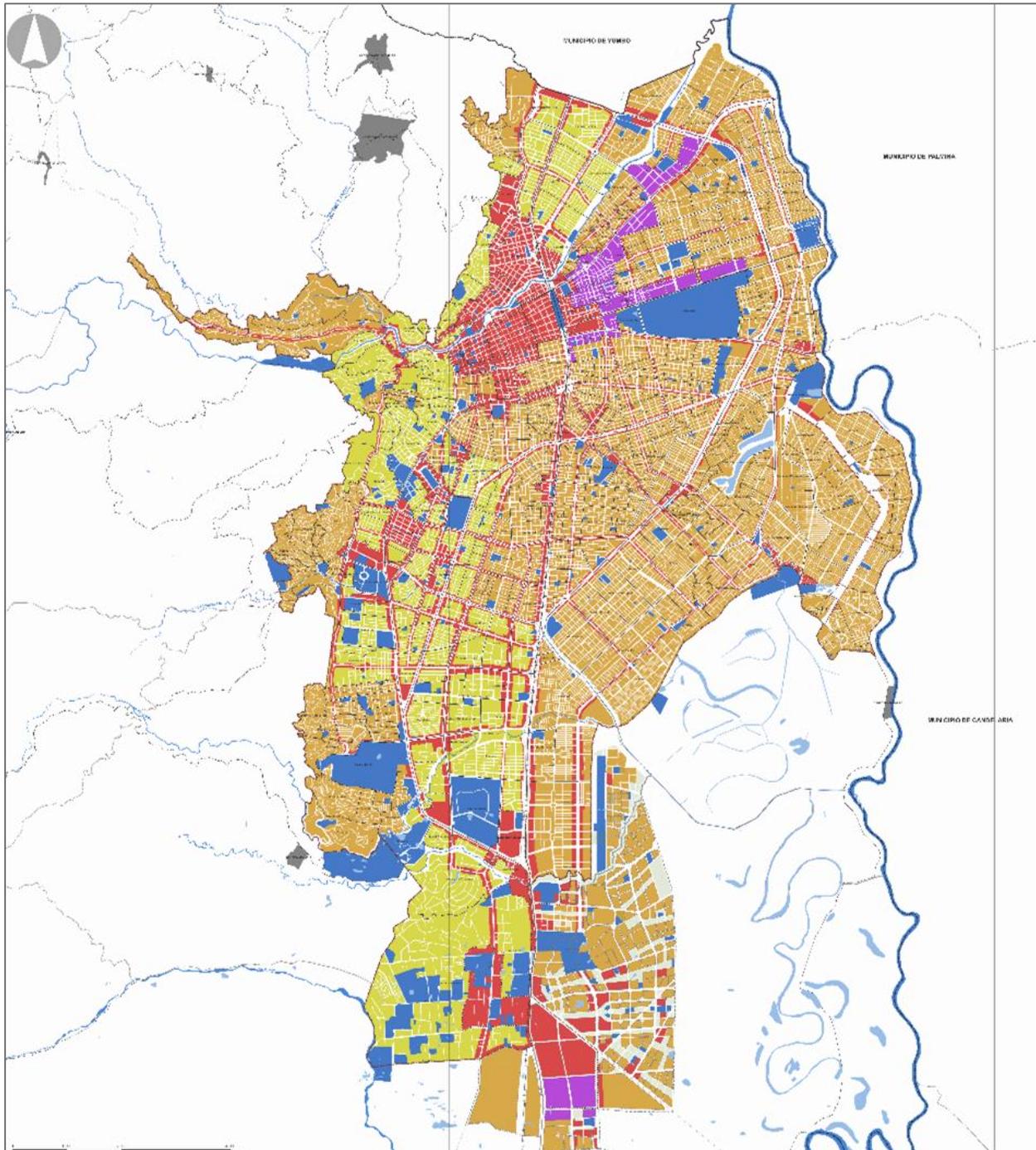
“El artificio esencial de lo que llamamos ciudad se forma a partir de la dualidad de los Espacios Públicos y la edificación; uno reverso del otro. Vacío continuo predominantemente público, y cuerpo edificado, parcelado y compartimentado de prevalente condición privada. Contenedores de la privacidad y escenarios de la vida pública.” (POT, 2014)

10.3.6. Áreas de actividad

“Para especificar qué tipo de actividades se permiten en cada área o sub-área de actividad se estableció una Matriz de clasificación de usos que identifica los usos del suelo permitidos, prohibidos y condicionados para cada área de actividad, centralidades y corredores de actividad según la categoría asignada. También el POT establece los usos de alto impacto ambiental y urbanístico, que requieren de condiciones especiales para su desarrollo y adecuado funcionamiento con el fin de mitigar los impactos que puedan generar en su entorno. Se trata de actividades industriales; bodegas; mantenimiento y reparación de vehículos automotores, motocicletas y de sus partes y piezas, centros de diagnóstico automotriz y estaciones de servicio; expendio de bebidas alcohólicas para el consumo dentro del establecimiento; prostitución y actividades afines; cementerios y crematorios”. (POT, 2014)

Figura 18.

Áreas de actividad en Cali



Nota. La figura muestra las áreas de actividad presentes en Cali. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

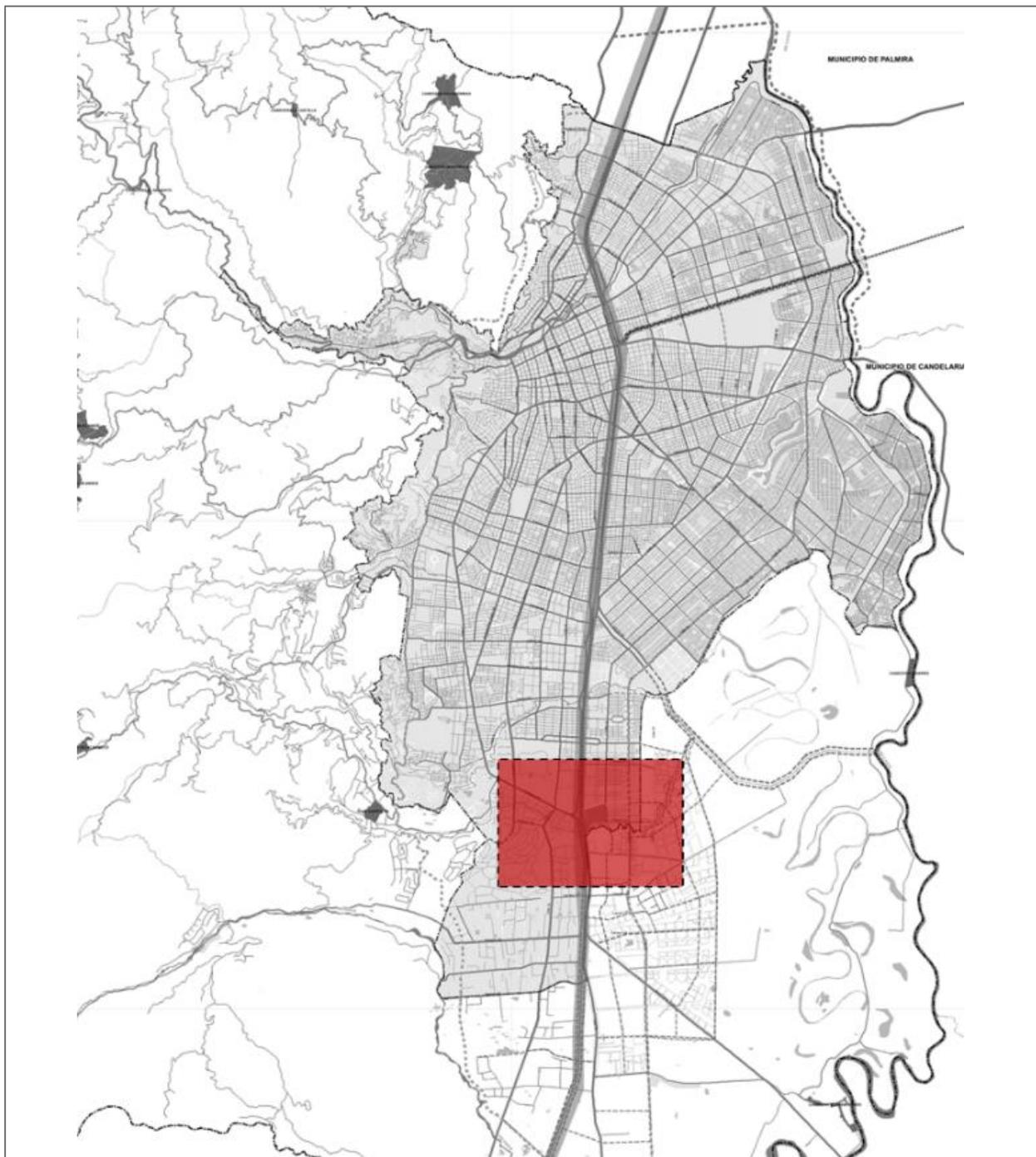
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.4. Análisis del sector

10.4.1. Delimitación del área de estudio

Figura 19.

Área de estudio



Nota. La figura muestra la delimitación del área de estudio

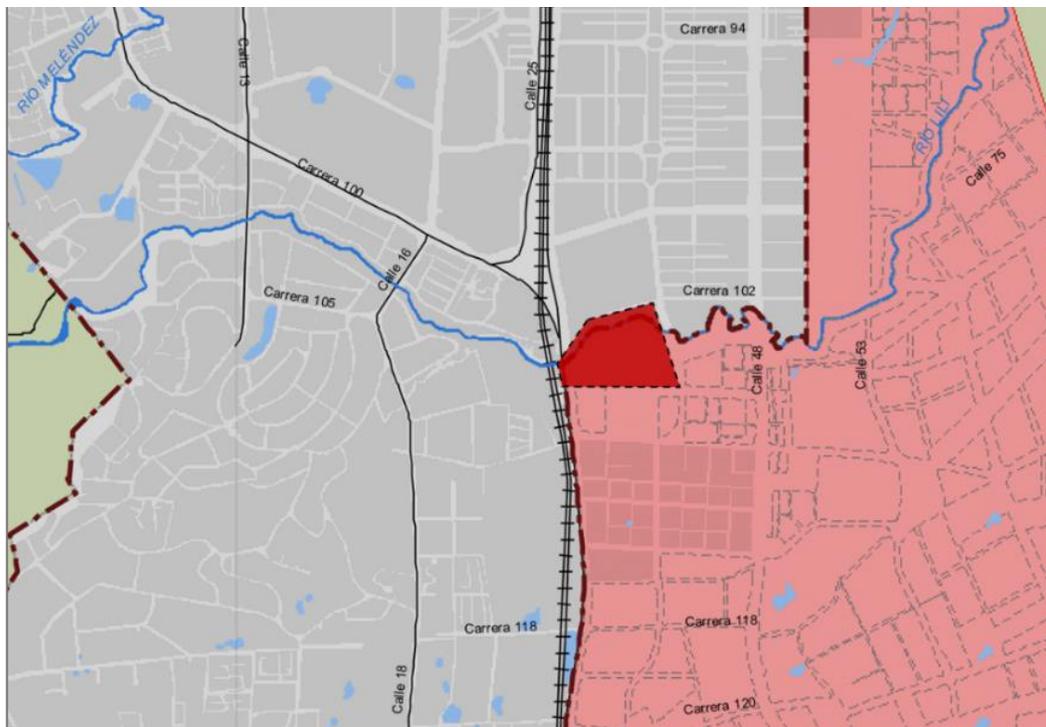
Se delimita el área de estudio teniendo en cuenta principalmente la función del proyecto, se buscó una zona con vocación institucional que permita implementar el equipamiento en investigación, y que a su vez cuente con un fácil acceso y conectividad a nivel regional, tomando la avenida 25 que atraviesa de norte a sur la ciudad y conecta con los municipios aledaños a Cali como Jumbo y Jamundí.

10.4.2. Clasificación del suelo

“El proyecto se implanta en una zona que se mantiene el área de expansión urbana corredor Cali – Jamundí, dado que aún existen suelos por desarrollar que pueden ser utilizados durante la vigencia del Plan de Ordenamiento territorial que se adopte en virtud de la revisión. El límite territorial entre el suelo urbano y rural es de difícil percepción para los habitantes del Municipio, situación que ha generado un desarrollo inadecuado e indeseado del borde, causando la aparición de edificaciones y desarrollos de vivienda con características urbanas pero localizadas en el suelo rural”. (POT, 2014)

Figura 20.

Clasificación del suelo en el área de estudio



Nota. La figura muestra la clasificación del suelo presente en el área de estudio y en lote del proyecto. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

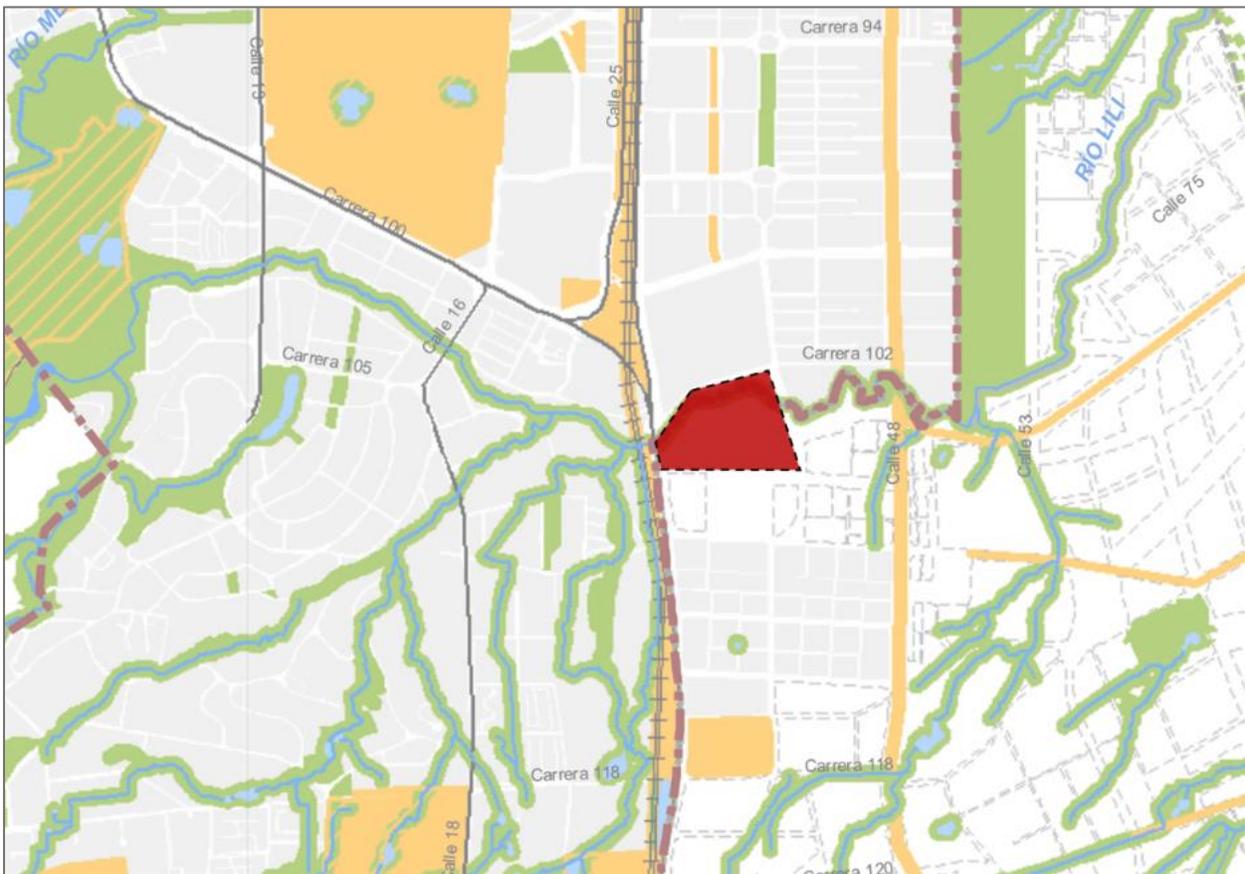
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.4.3. Estructura ambiental

“En las áreas aledañas al lote se destaca el río Lili como fuente hídrica además de numerosas quebradas y nacimientos, en la estructura ecológica se destaca la estructura ecológica principal compuesta por zonas de protección que en su mayoría son a estos cuerpos hídricos, como lo es el área de protección al río Lili, y la estructura ecológica complementaria que está destinada a la conservación de los recursos naturales como lo es el campus de la universidad del valle”. (POT, 2014)

Figura 21.

Estructura ecológica del área de estudio



Nota. La figura muestra la estructura ecológica principal presente en el área de estudio. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT). Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

Figura 22.

Visualización de los parques presentes en el área de estudio



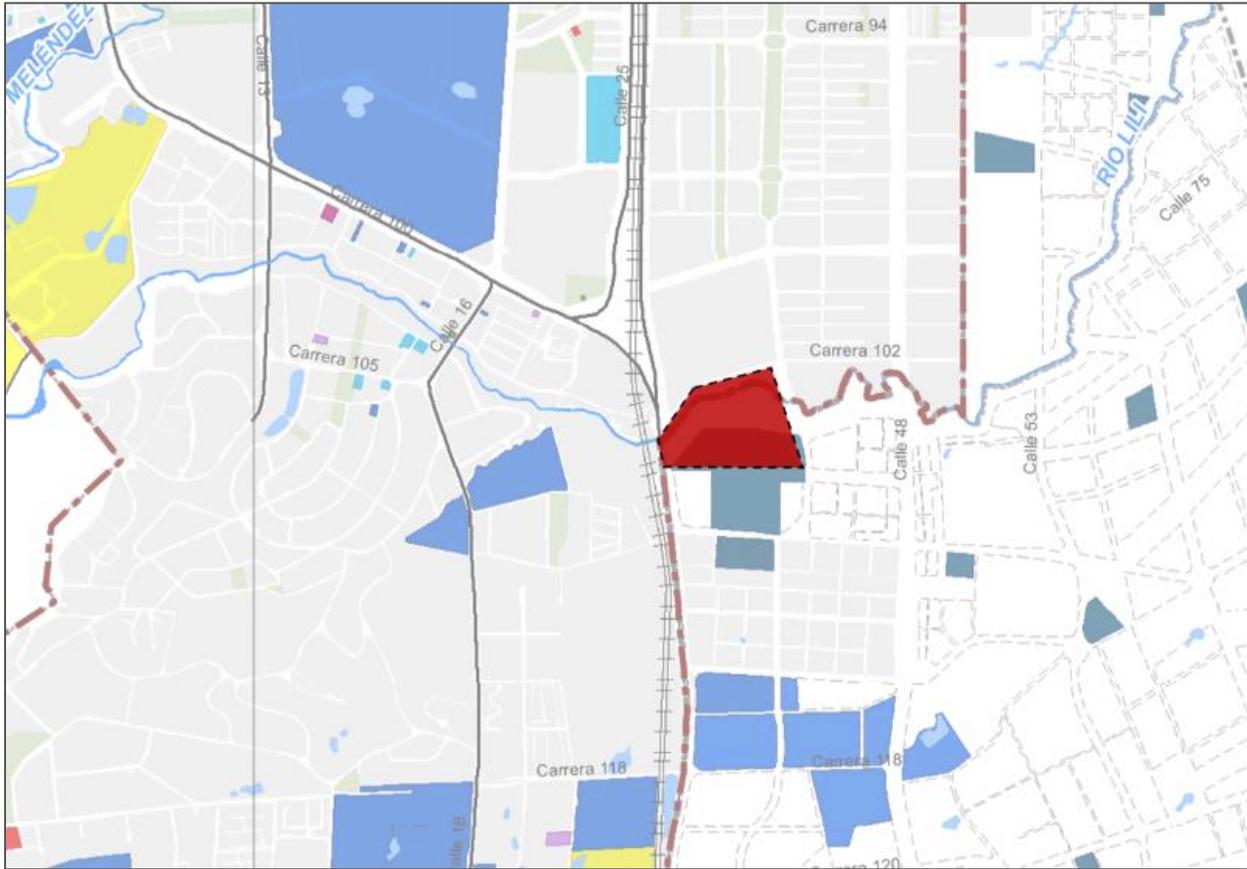
Nota. La figura muestra los parques principales presentes en el área de estudio. Recuperada de Google Earth

10.4.4. Sistema de movilidad

“La jerarquía vial destaca la avenida 25 que atraviesa la ciudad de norte a sur y a Cali a nivel regional, la articulación y conectividad del área se destaca debido a que en su mayoría las vías están consolidadas.” (POT, 2014)

Figura 24.

Sistema de equipamientos del área de estudio



Nota. La figura muestra los equipamientos de educación como la universidad del valle. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

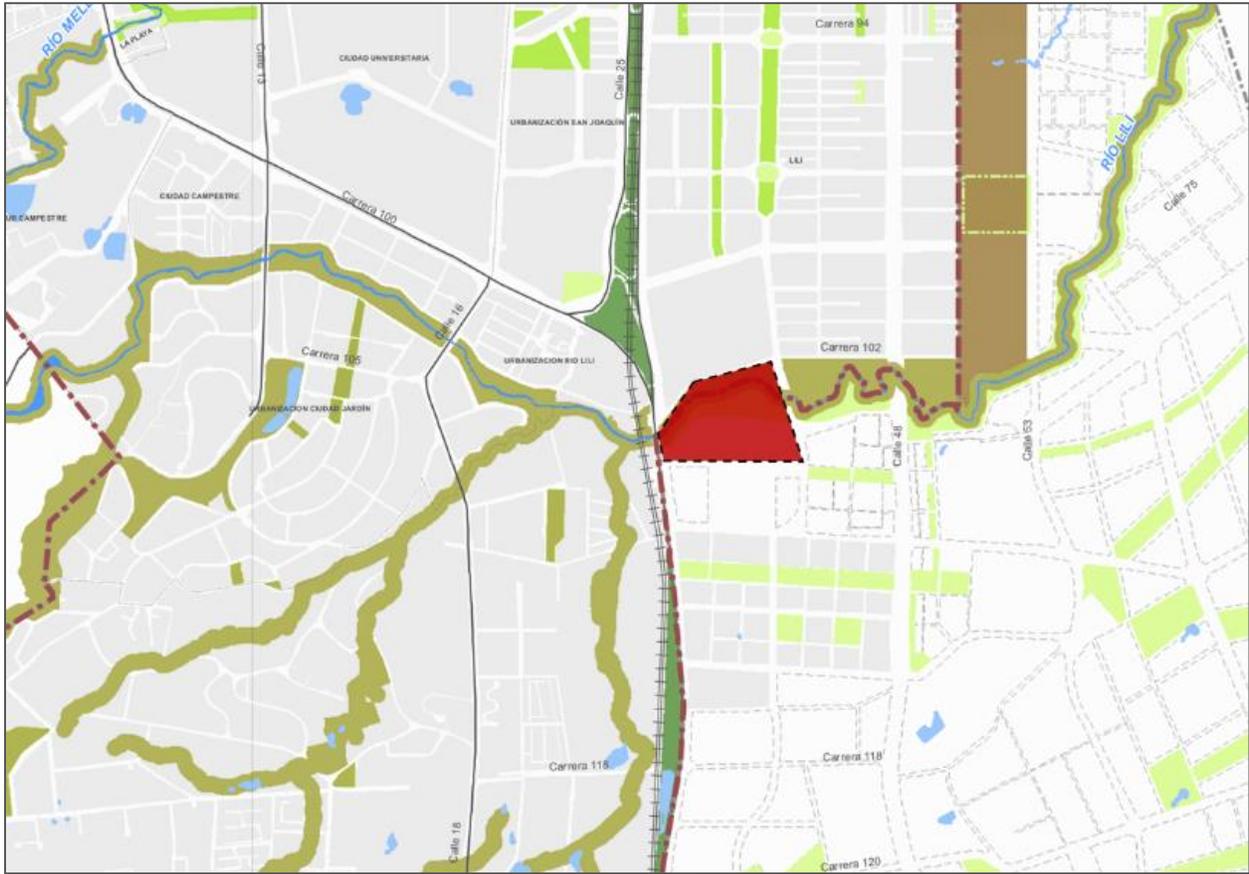
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.4.6. Sistema de espacio público

“El sistema de espacio público presente en el área de estudio predomina los cinturones ecológicos y los corredores ambientales ubicados en su mayoría en áreas de protección y conservación, también se encuentran parques de escala barrial”. (POT, 2014)

Figura 25.

Sistema de espacio público en el área de estudio



Nota. La figura muestra el sistema de espacio público presente en el área de estudio. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

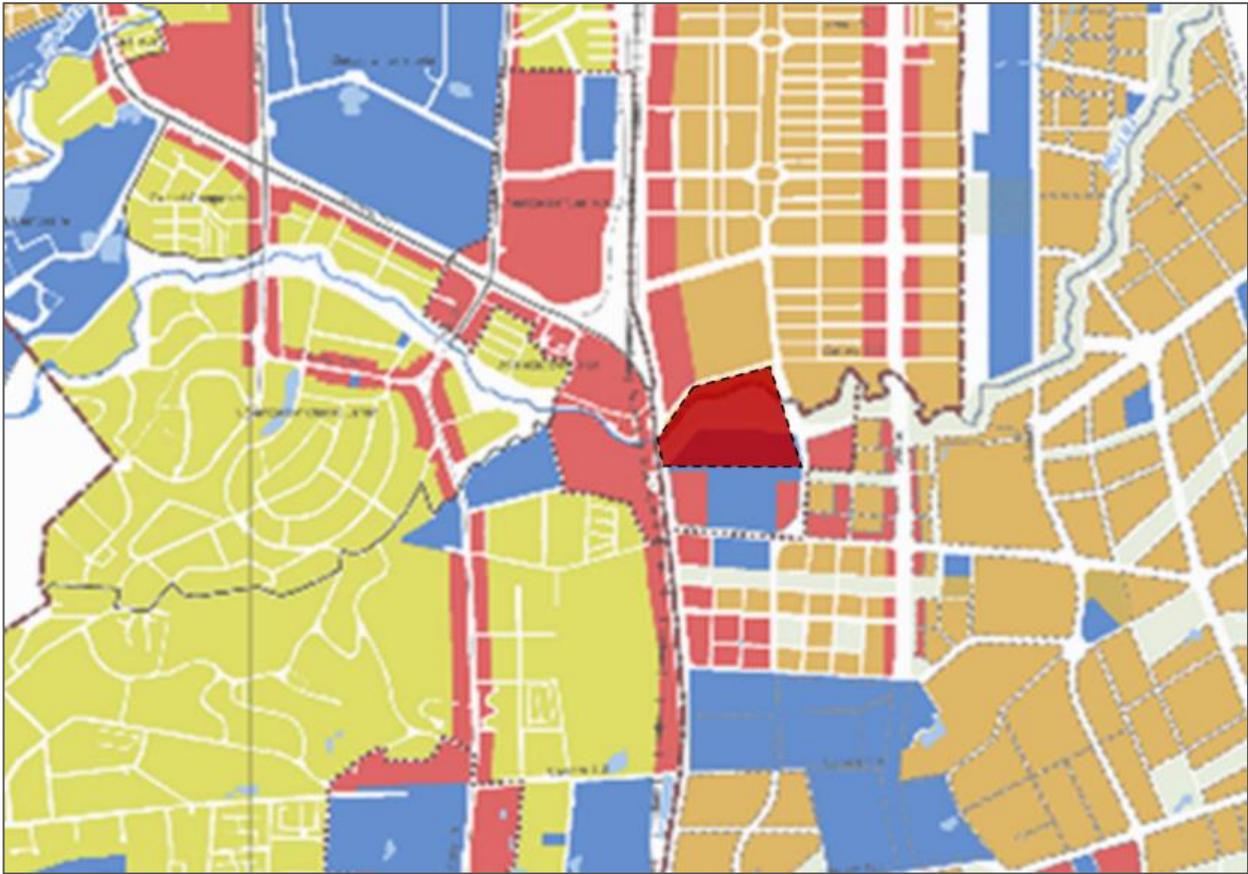
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.4.7. Áreas de actividad

“el uso del suelo predominante es vivienda y uso mixto, sin embargo, también está presente el uso intuición dado a las entidades de educación superior presentes en el área, además también predomina el comercio”. (POT, 2014)

Figura 26.

Áreas de actividad en el área de estudio



Nota. La figura muestra las áreas de actividad del área de estudio. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.5. Análisis socio- económicos

Cali es la capital del valle de la cauca limitada al norte por el municipio de yumbo y la cumbre, al oriente por el municipio de palmira, al occidente con buenaventura y al sur con el municipio de Jamundí, es la tercera ciudad más poblada fe Colombia y su extensión es de 562km². Cali cuenta con 22 comunas y La población en el casco urbano supera a 2.383.485 habitantes y en la zona rural tiene 36.629 personas”. (camara de comercio, 2018)

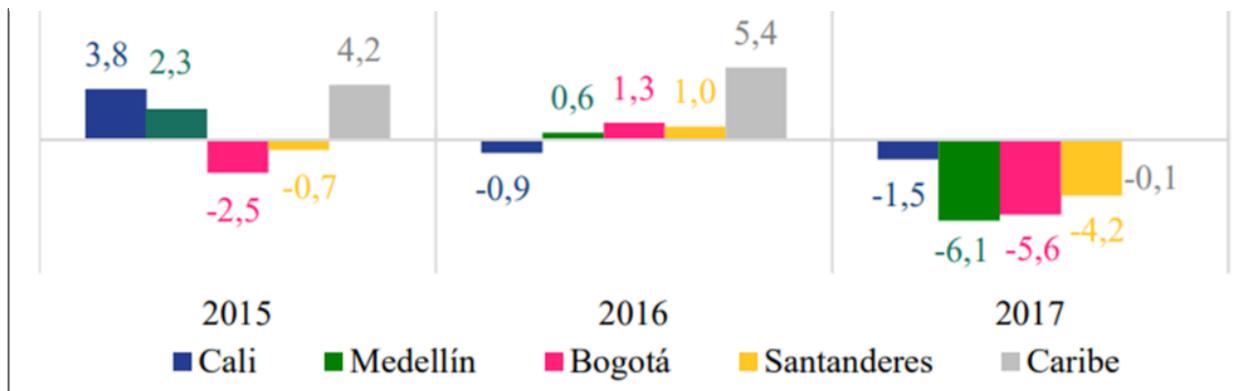
10.5.1. Actividades económicas presentes en Cali

Las principales actividades económicas en Cali son industria, construcción, financiero, comercio y educación.

“Industria: Según los resultados de la Encuesta Trimestral Manufacturera del DANE, la producción industrial de Cali (incluyendo Yumbo, Jamundí y Palmira) disminuyó 1,5% en enero a septiembre de 2017 frente al mismo periodo de 2016”. (camara de comercio, 2018)

Figura 27.

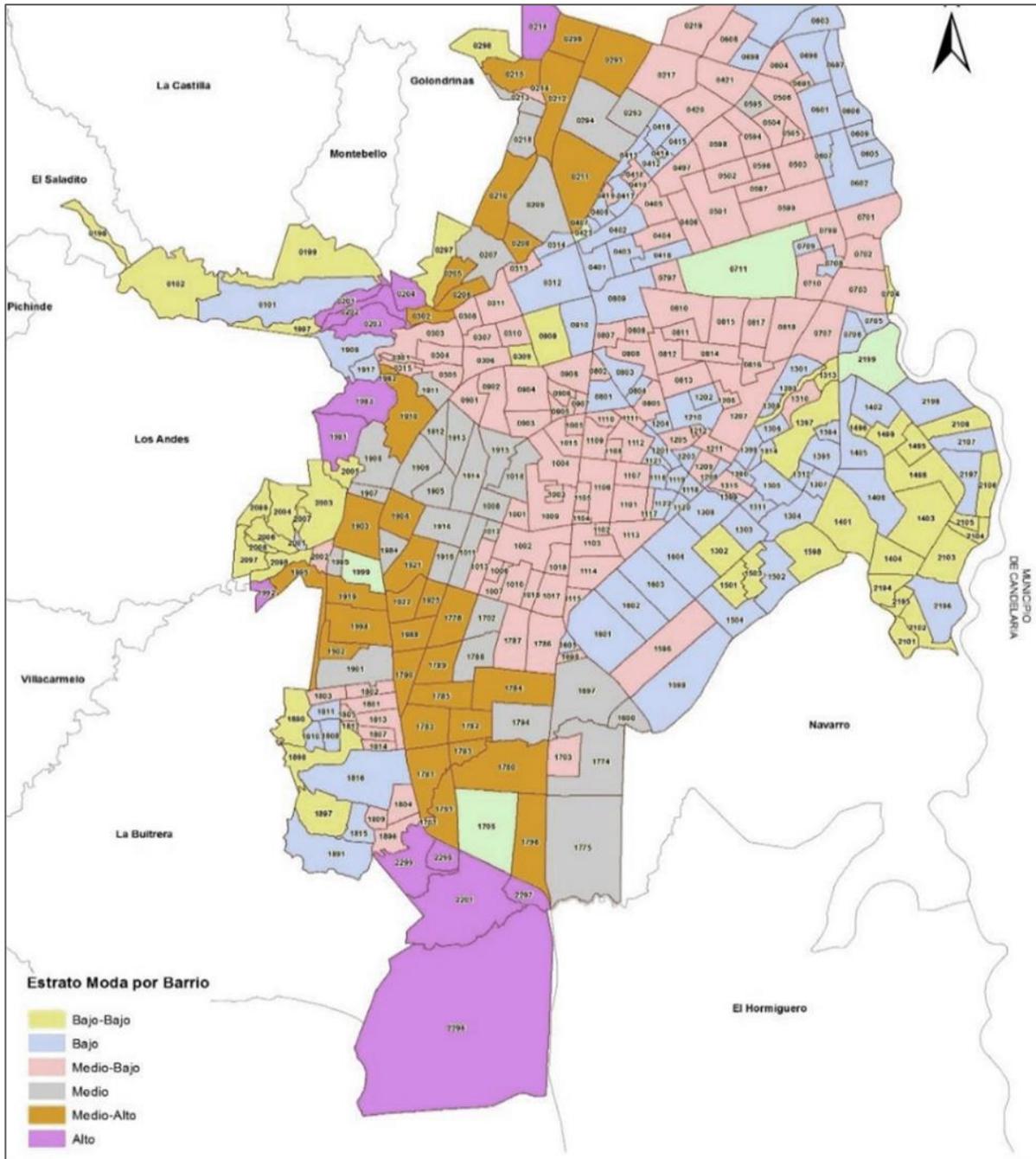
Variación de producción por ciudades 2015-2017



Nota. La figura muestra la variación de la producción en las principales ciudades de Colombia entre los años 2015 al 2017. Según: DANE – Elaboración Cámara de Comercio de Cali

Figura 28.

Plano de estratificación social según el barrio



Nota: la figura muestra los estratos sociales presentes en Cali según los barrios. Según: Alcaldía municipal de Santiago de Cali. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.6. Análisis morfológicos y tipológicos

10.6.1. Trazado urbano

Cali al igual que la mayoría de ciudades de América latina, se encuentran distribuidas a partir del trazado urbano de cuadrícula, esto debido a la colonización española que imponía dicho modelo, que consistía en la georreferenciación fundacional alrededor de una plaza principal; su persistencia actual, este modelo se ha conservado hasta la actualidad. (Arango, 1993).

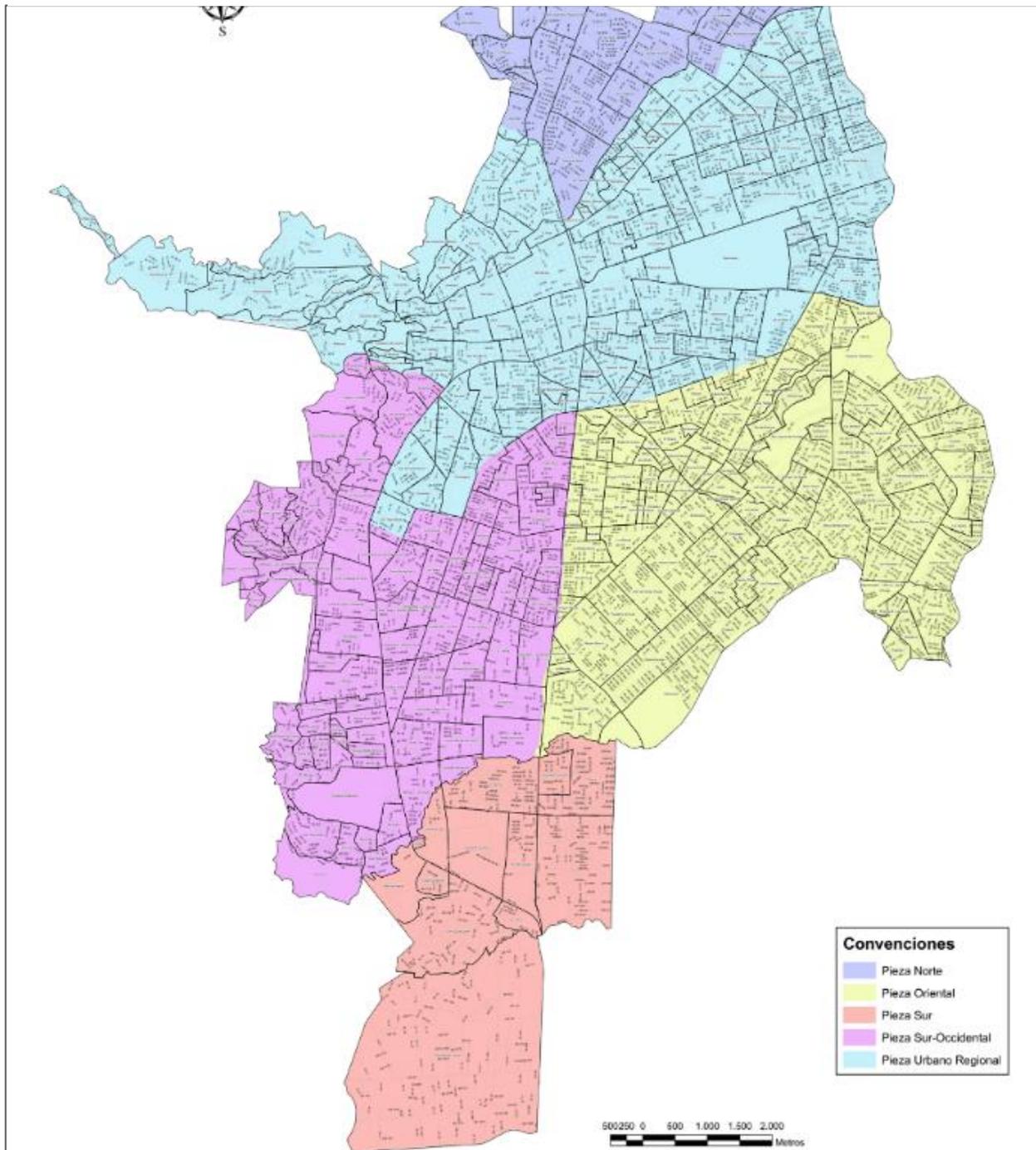
10.6.2. Densidad urbana

“Entre estos dos extremos se consolida la ciudad de la clase media, empleada formal y asalariada. La ciudad conformada en el primer anillo externo a la ciudad tradicional es la Cali de la urbanización empresarial, que presenta grandes retos y ha sido por períodos olvidada.

De manera que la viabilidad en el largo plazo de Cali como el nodo urbano más importante del suroccidente colombiano y como enlace al Océano Pacífico, depende de cuán exitosa sea la labor en estas dos direcciones: consolidar un territorio que facilita e impulsa la actividad económica y comenzar a cerrar la brecha de la pobreza expresada en una ciudad fragmentada, sobre un territorio relativamente frágil, que ha sufrido los efectos de los procesos de urbanización no planificados”. (POT, 2014)

Figura 29.

Plano de trazo y división por piezas urbanas de Cali

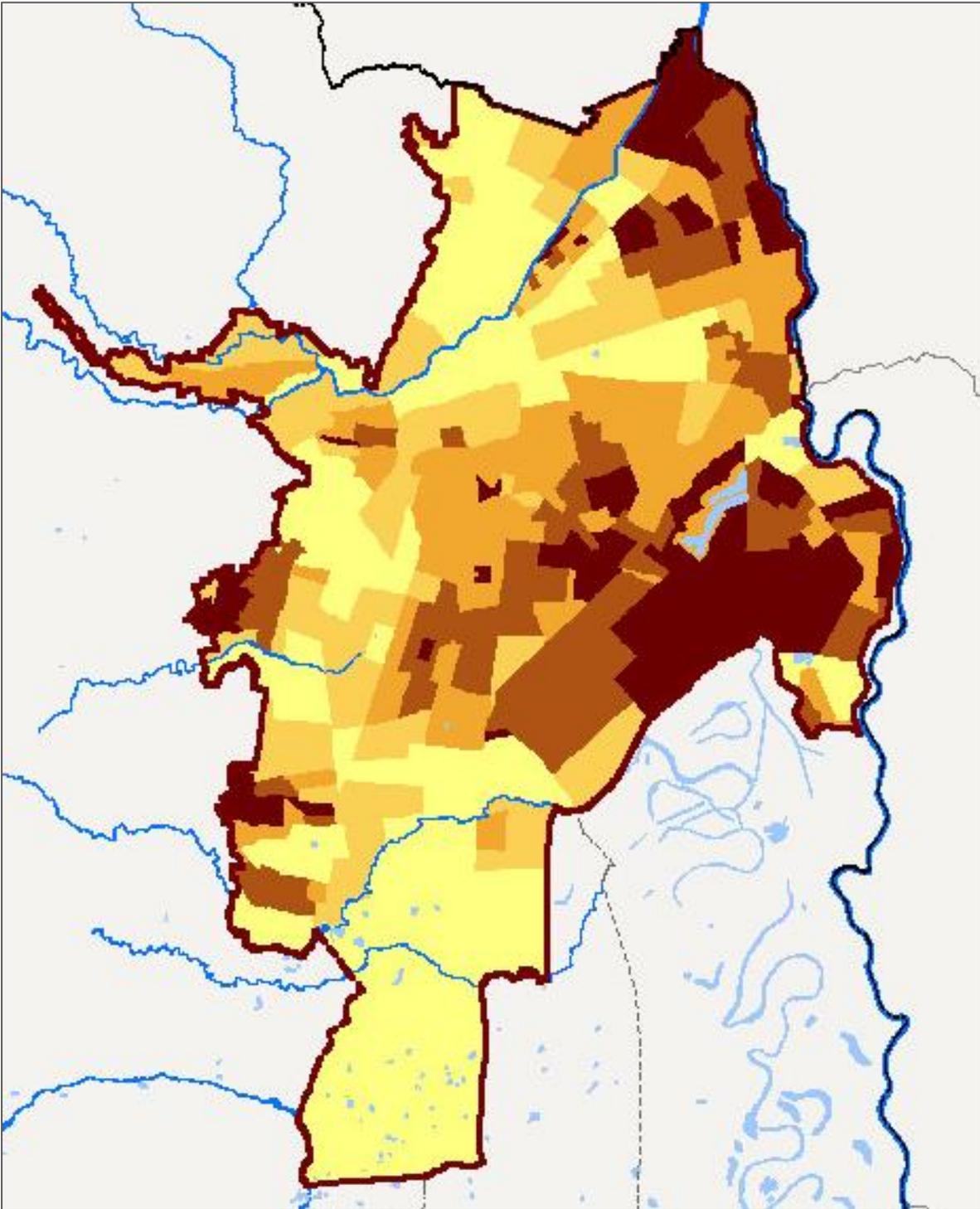


Nota: la figura muestra el trazado urbano de los barrios presentes en Cali. tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

Figura 30.

Plano de densidades urbanas de Cali



Nota. La figura se evidencia el plano de densidades urbanas de Cali alcaldía municipal de Cali tomado de: Alcaldía municipal de Cali (03 de diciembre 2014) plan de ordenamiento territorial (POT).

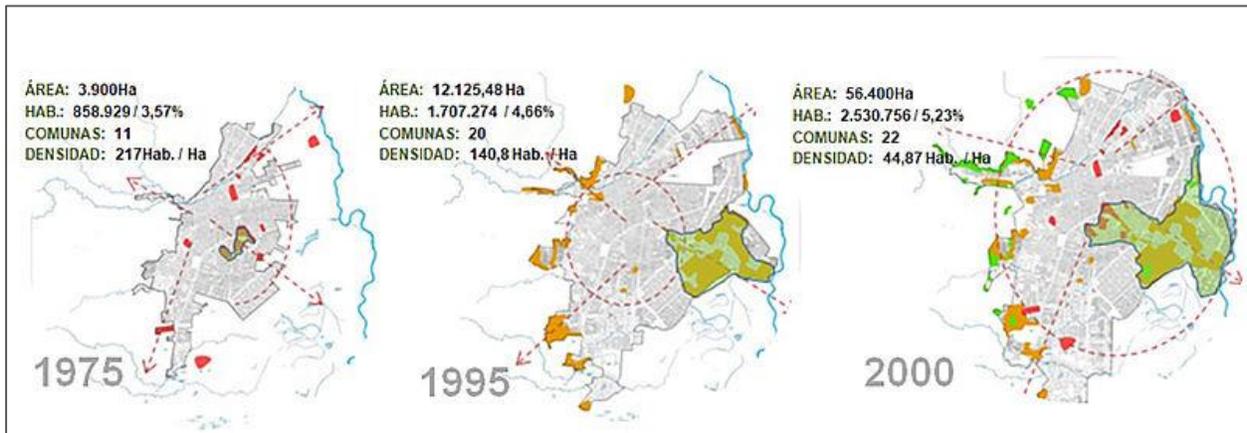
Link: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-deordenamiento-territorial/>

10.6.3. Evolución urbana de Cali

“Cali hoy tiene problemas de infraestructura en la construcción de vías como también en la recuperación de la malla vial; además, el parque automotor está creciendo vertiginosamente a tasas superiores del 5% cada 20 años y se debe tener presente que hay serios problemas de congestión y tráfico vehicular. Entonces tomando en cuenta la proyección al año 2021 en lo que significa la reducción de la malla vial y el escenario tan caótico, la respuesta en los próximos años es que el parque automotor deberá desbordarse por encima de la actual infraestructura vial. En consecuencia, aumentará en peores condiciones el problema cotidiano de la congestión y el tráfico vehicular dado que el parque automotor está en pleno crecimiento”. (POT, 2014)

Figura 31.

Crecimiento del tejido urbano de Cali



Nota. En esta figura se evidencia el crecimiento del tejido urbano de Cali Fuente: esquema de crecimiento del tejido urbano de Cali [plano]. Santiago de Cali. Recuperado de: <https://la.network/aguablanca-un-fenomeno-que-desbordo-la-planeacion-de-cali/evolucion-de-cali-y-aguablanca/>

10.7. Incorporación de resultados de la investigación

10.7.1. El proceso de indagación

La revista de facultad de arquitectura de la universidad santo Tomás Colombia sobre biomimésis en arquitectura e ingeniería estructura es uno de los documentos bases para la interpretación de la aplicabilidad de los principios biomimética como lo son la forma, función, patrones, estructura y materiales en proyectos arquitectónicos, lo que se complementa con los postulados de Janine Benyus de análisis de los tres niveles de aplicación de la biomimética donde analiza el elemento

natural a nivel de organismo y comunidad para llevar a cabo una atracción los elementos que lo componen funcionalmente y llevar acabo la reinterpretación aplicado a un proyecto arquitectónico.

Figura 33.

Desarrollo de los tres lotes de propuesta urbana

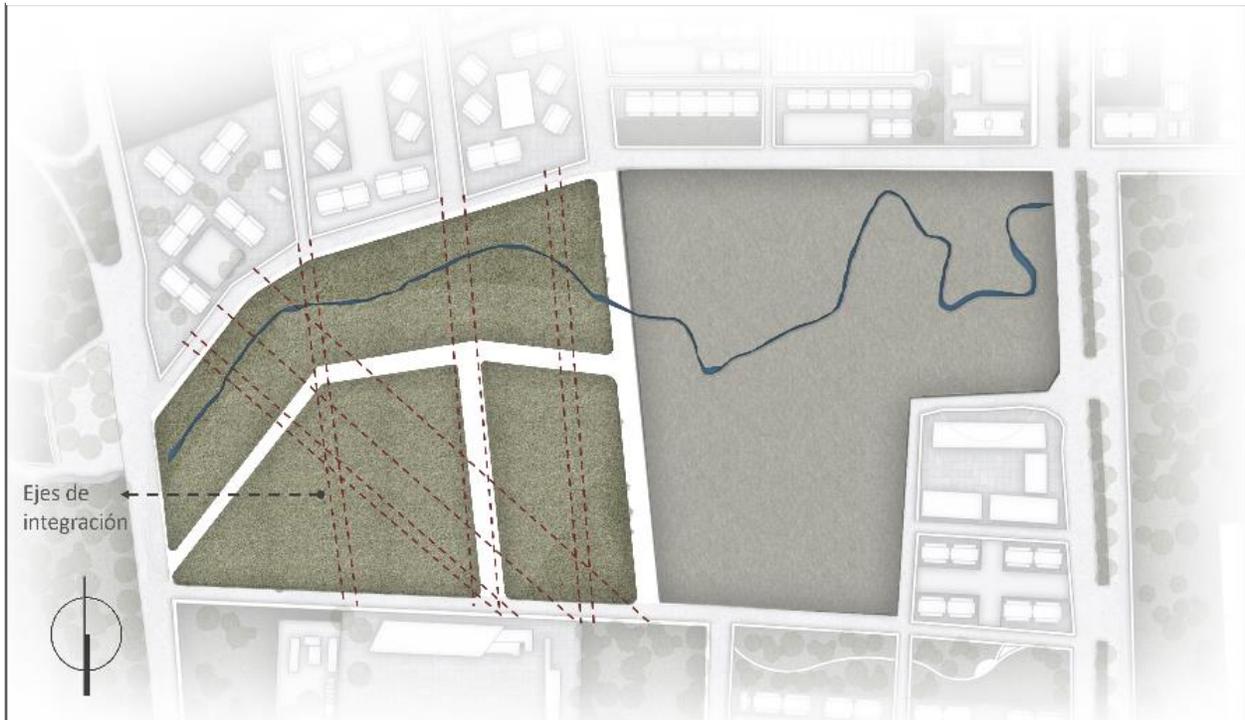


Nota: la figura muestra la división dada de los lotes siguiendo el trazado urbano existente.

Se propone proyectar los ejes urbanos con el fin de generar una conexión en espacio público con el contexto, ya que el proyecto busca conectar la ciudad con el proyecto como se muestra en la Figura 36

Figura 34.

Ejes de división para los tres lotes.



Nota. La figura muestra la división dada de los lotes siguiendo el trazado urbano existente.

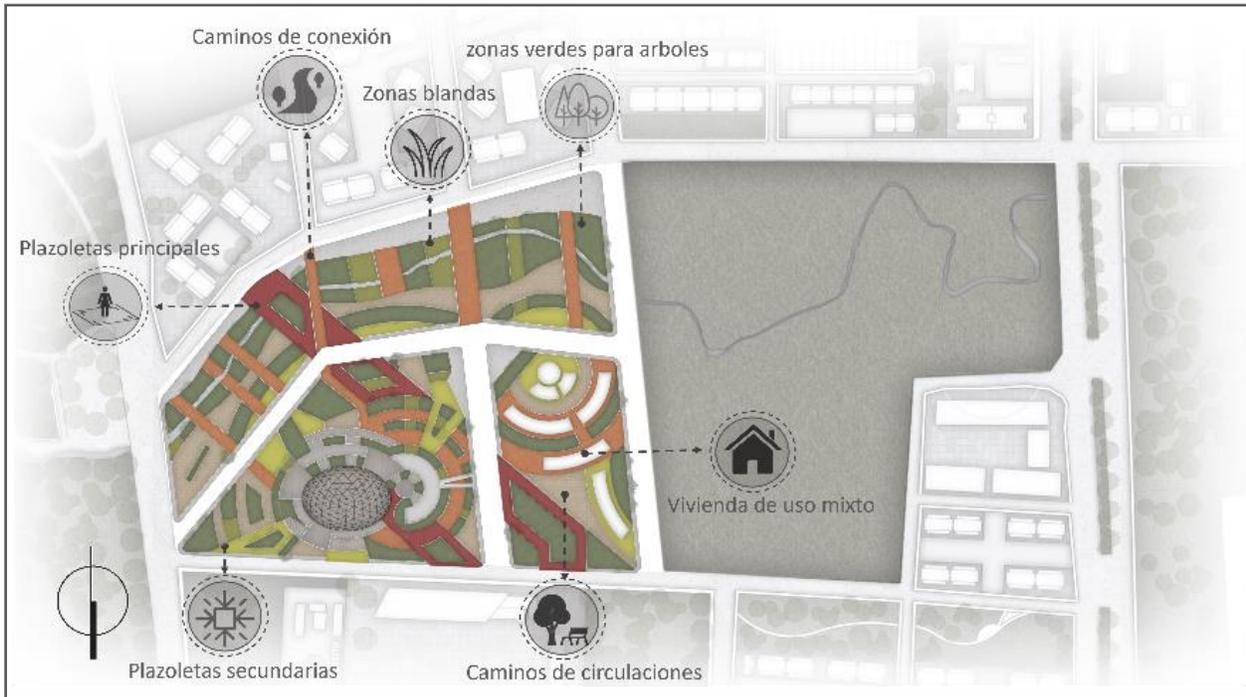
11.2. Propuesta urbana y desarrollo del espacio publico

Tomando los ejes resultan de la proyección de los ejes urbanos, se definen una serie de ejes verdes y centralidades que actuaran como plazoletas principales, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Dado a que la propuesta urbana de espacio público necesita conectarse con el entorno de ciudad, se plantea a modo de parque una serie de ejes peatonales de conexión que permitan articular el contexto con las plazoletas principales del parque, por consiguiente, alrededor de estas plazoletas principales se genera el desarrollo en la parte urbana de vivienda y comercio, como se muestra en la Figura 38 y se produce la propuesta final como se ve en la Figura 37

Figura 36.

Desarrollo de plazoletas, caminos, vivienda y comercio



Nota. La figura muestra el desarrollo de senderos peatonales conectores y la generación de vivienda y comercio en los dos lotes de propuesta urbana

Figura 35.

Visualización de la propuesta urbana



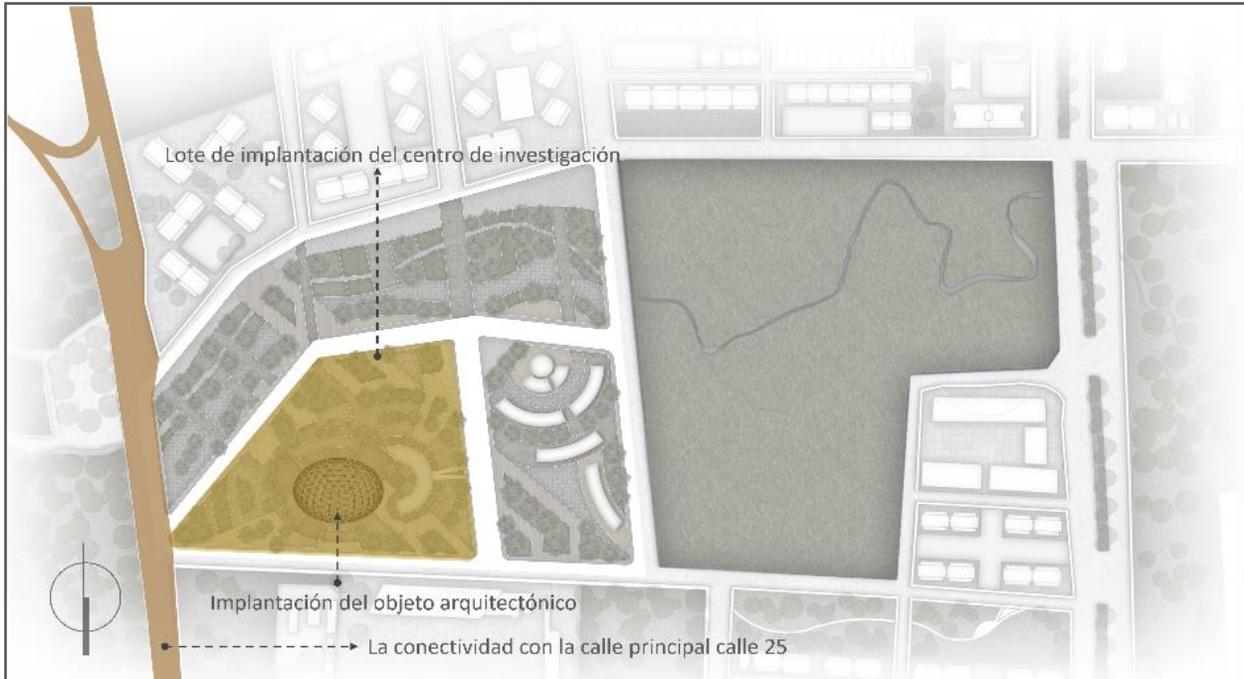
Nota. La figura muestra el desarrollo final de la propuesta urbana planteada.

12. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

12.1. Implantación del objeto arquitectónico y transformación de la forma

Se escoge lote aledaño a la vía carrera 25 como ubicación para implantar el objeto arquitectónico dado a la necesidad de conectividad y accesibilidad al proyecto, como se muestra en la Figura 39 **Figura 37.**

Delimitación del lote dentro de la propuesta urbana

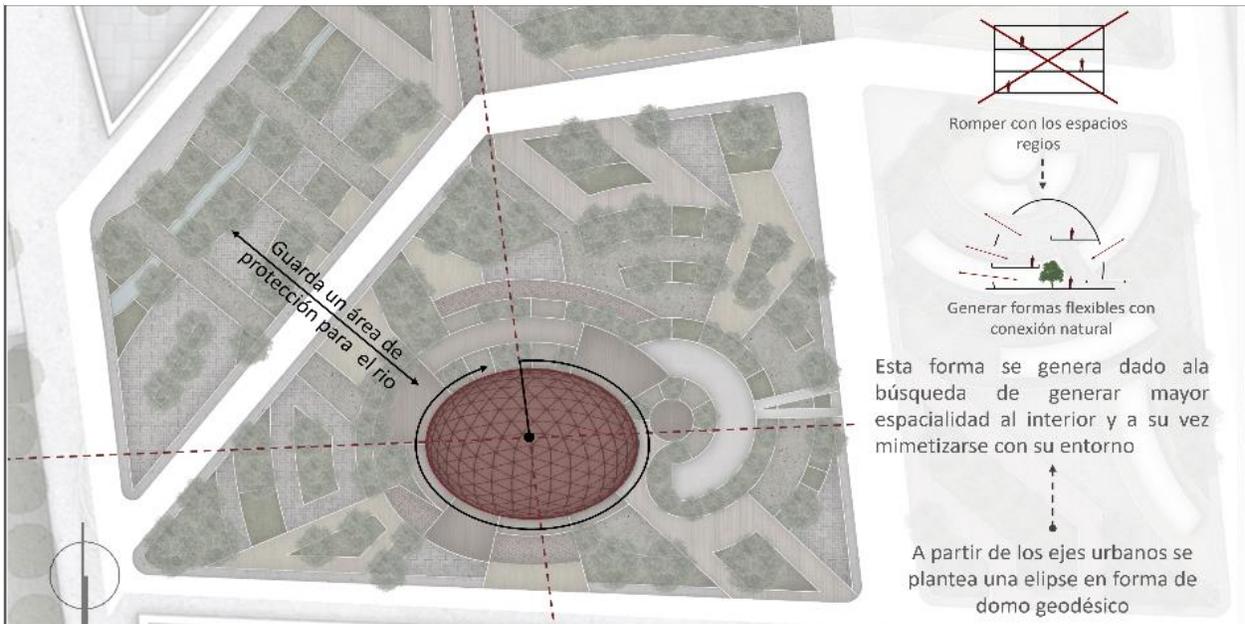


Nota. La figura muestra la delimitación del lote a trabajar del equipamiento dentro de la propuesta urbana planteada.

El proyecto se implanta por medio de los ejes del contexto que se cruzan para generar un punto central, donde se traza una elipse como forma base del proyecto como se muestra en la Figura 41, esta elipse se levanta en forma de domo con el fin de generar en su interior una espacialidad flexible, como se muestra en la Figura 40

Figura 39.

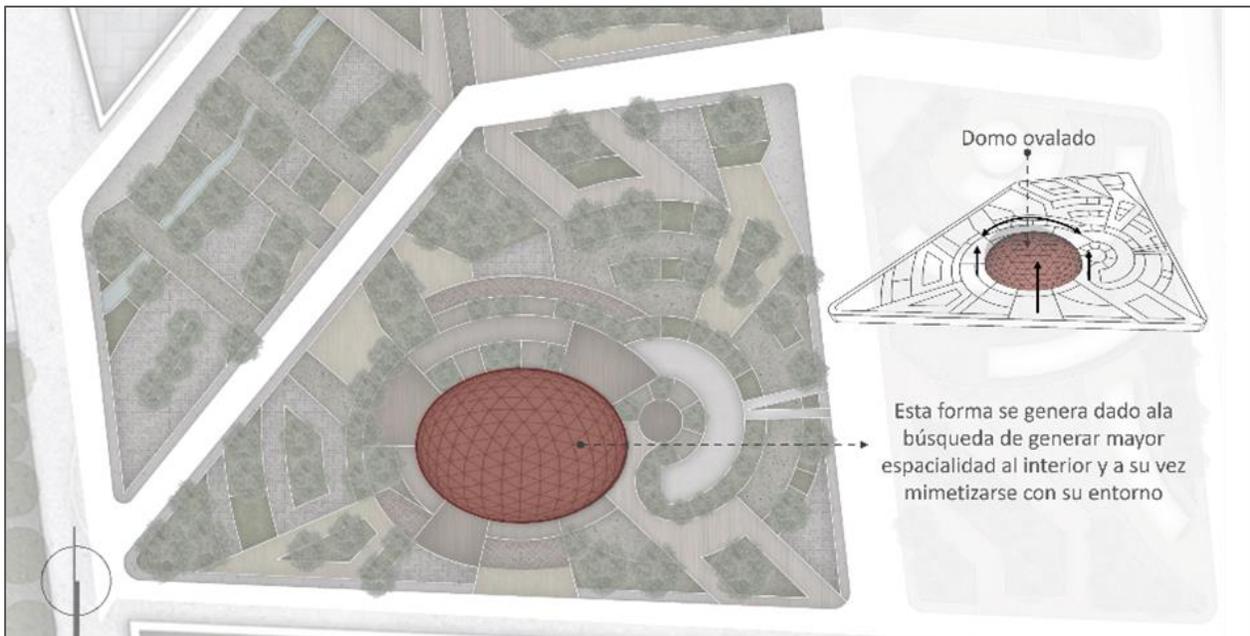
Implantación inicial



Nota. La figura muestra el patrón circular dentro del lote del proyecto.

Figura 38.

Implantación del objeto (domo ovalado).



Nota. La figura muestra la implantación en planta del domo ovalado.

Figura 40.

Definición de los núcleos vegetales

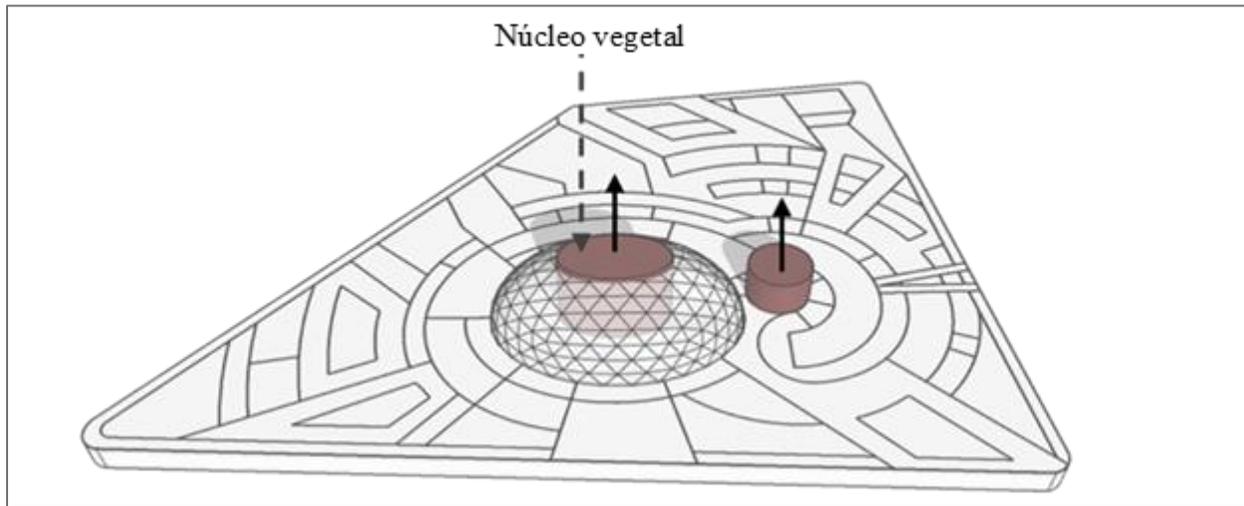


Nota. La figura muestra el desarrollo de los núcleos vegetales

Se plantea una sustracción de dos núcleos centrales para dar jerarquía a las circulaciones y se plantea en el interior de las mismas vegetaciones en forma de árboles y jardines con el fin de mimetizar el interior con el exterior natural como se muestra en la Figura 42, Figura 41y Figura 44, luego se divide el del domo con el fin de romper con la simetría y generar entradas de luz en el proyecto, como se muestra en la Figura 45

Figura 41.

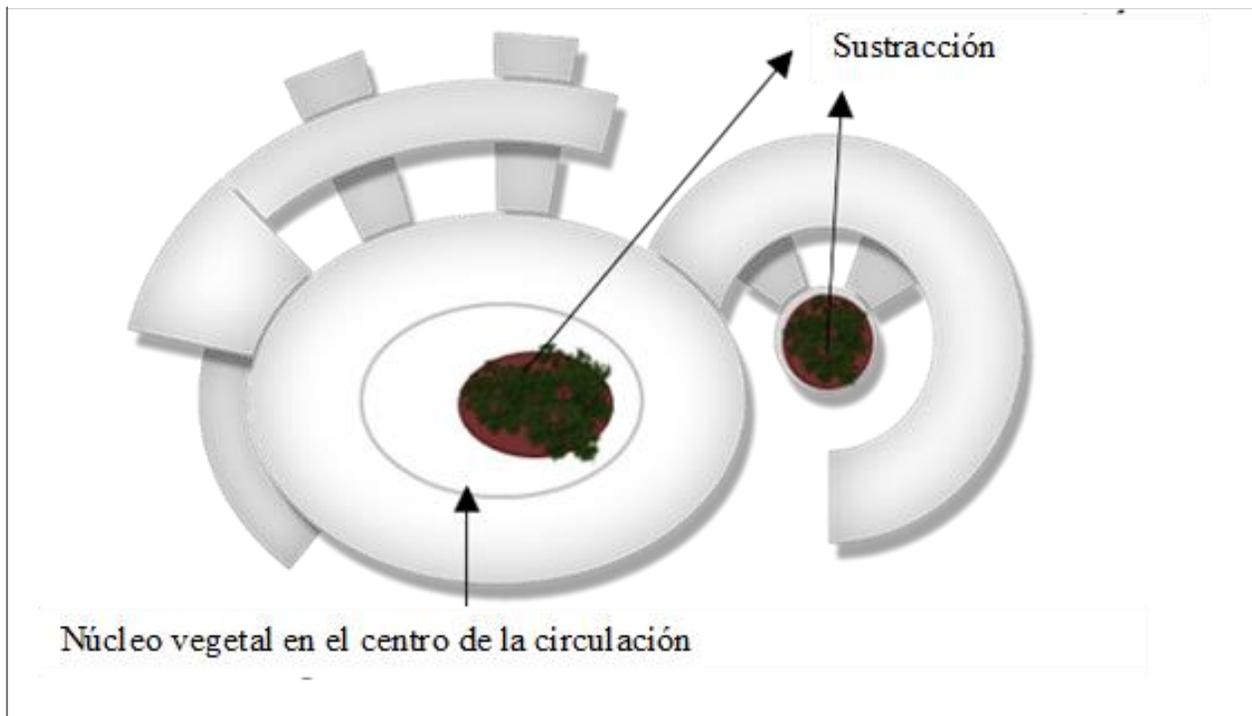
Transformación de la forma axonometría (núcleo vegetal y volúmenes penetrados).



Nota. La figura muestra el núcleo vegetal principal y secundario y los 4 volúmenes penetrados.

Figura 42.

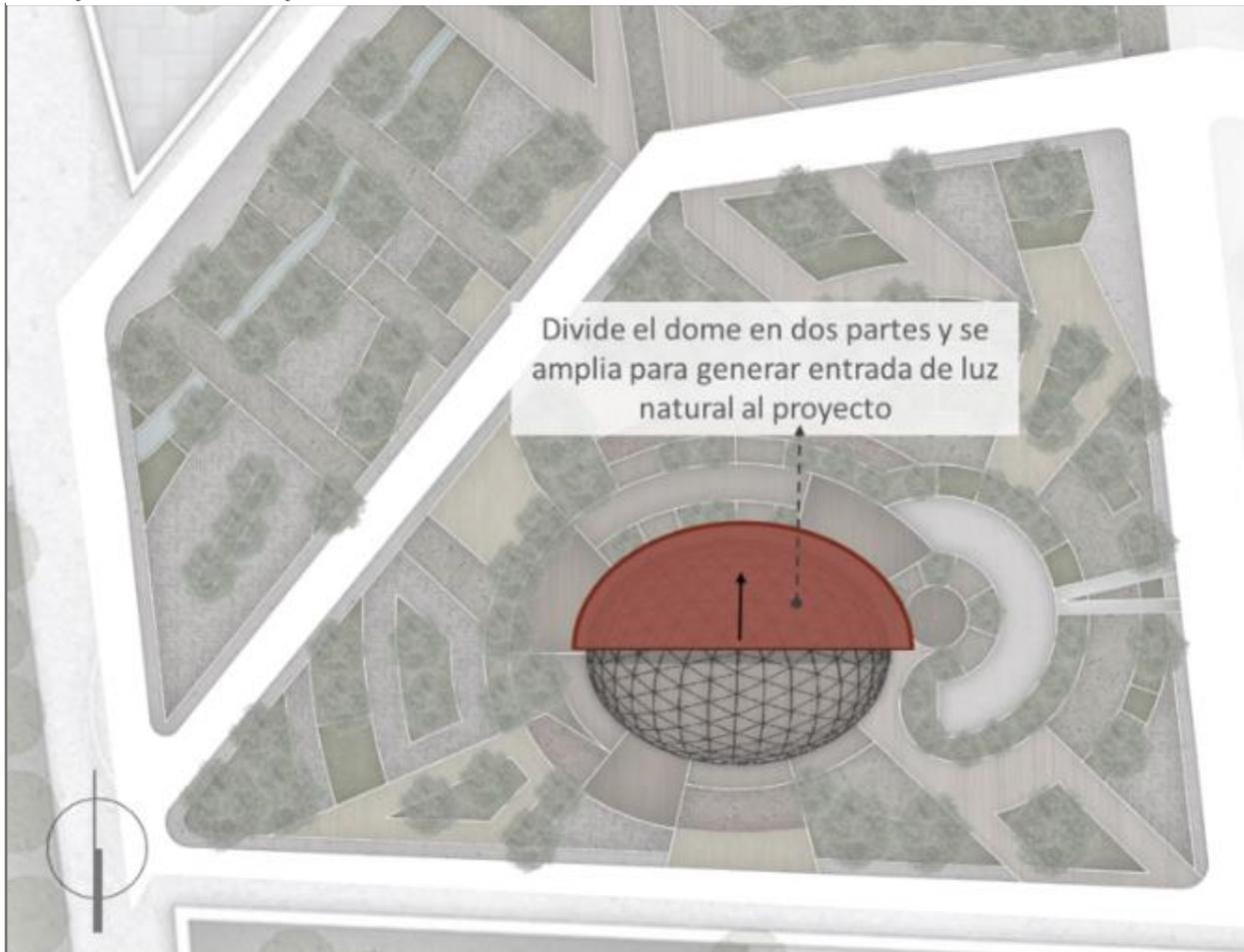
Transformación de la forma (núcleo vegetal)



Nota. La figura muestra la sustracción del volumen para dar paso a la vegetación interna.

Figura 43.

Transformación de la forma división del volumen

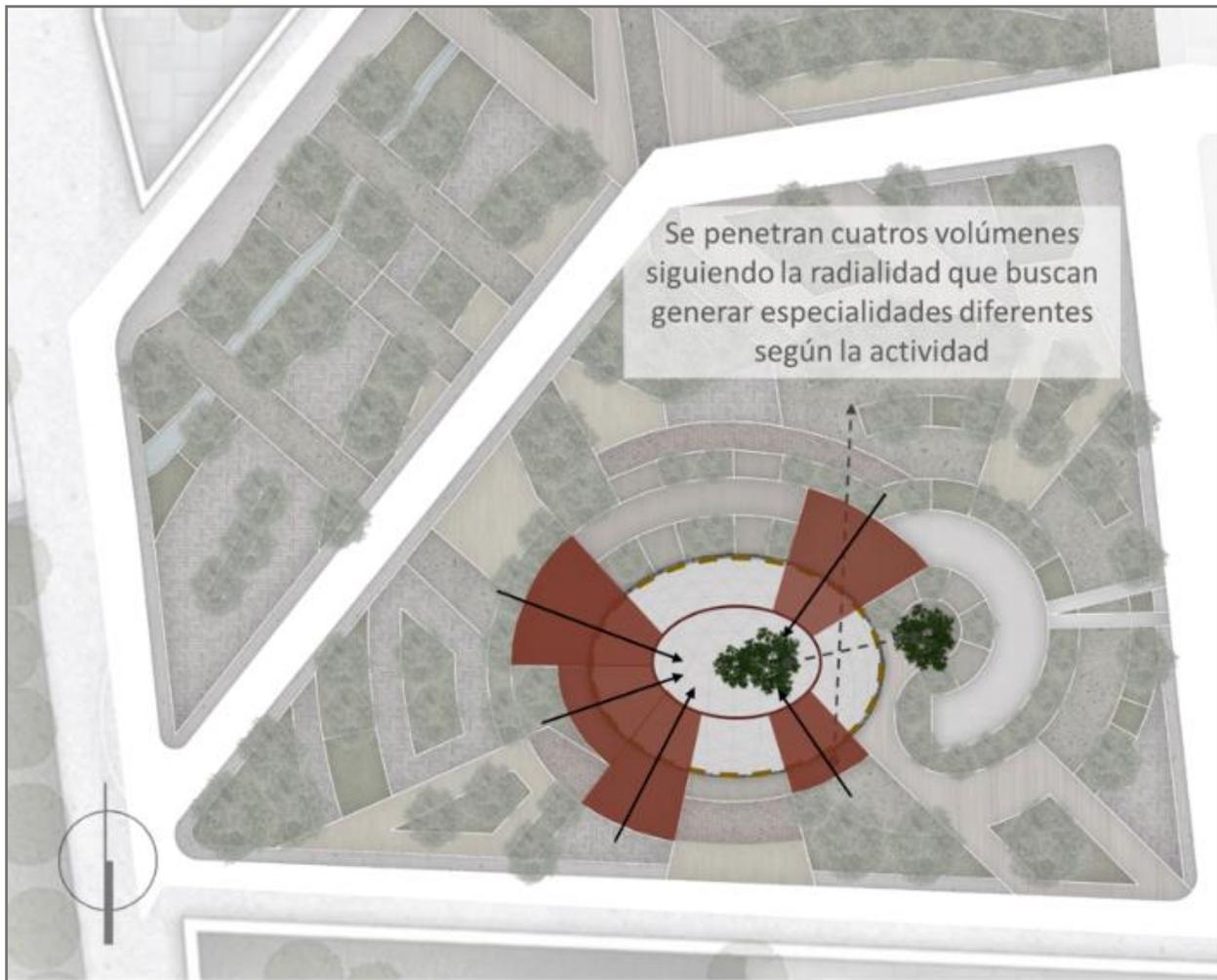


Nota. La figura muestra la penetración de los cuatro volúmenes al domo ovalado.

Se plantea una extracción de cuatro volúmenes siguiendo con la geometría del domo elíptico inicial como se muestra en la Figura 46 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, y se genera la penetración de dos volúmenes que tienen como fin conectar el proyecto como se muestra en la Figura 48 y Figura 49, por último se desarrollan una serie de elementos naturales dentro del proyecto para lograr una mejor mimetización con el entorno natural, como se muestra en la Figura 50.

Figura 44.

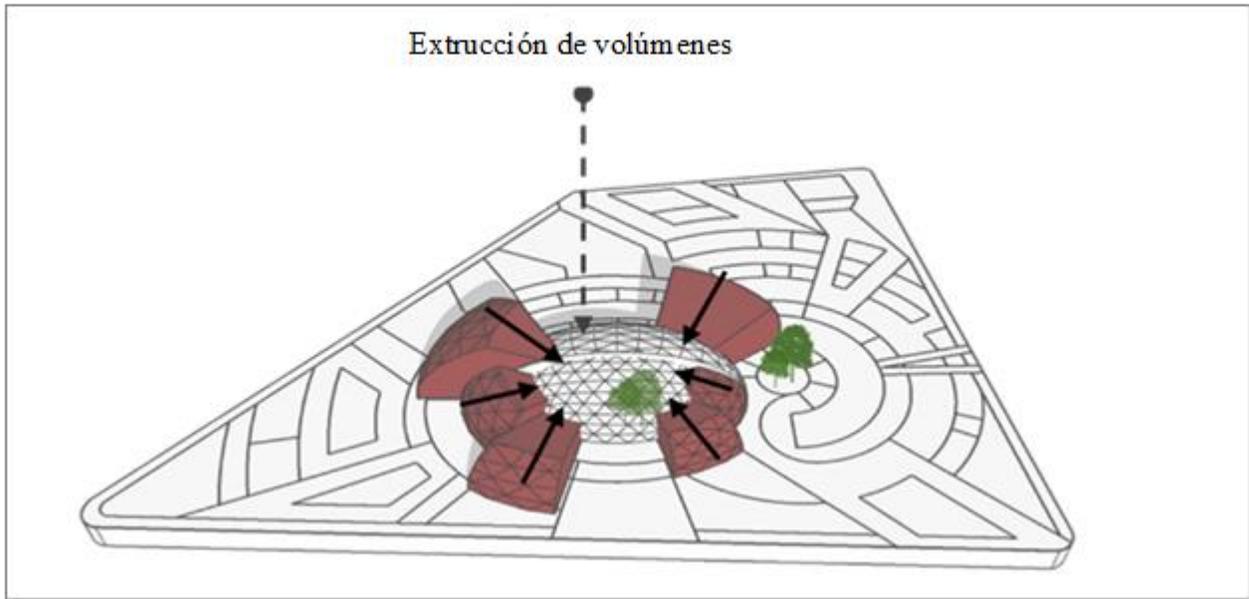
Transformación de la forma (estructura)



Nota. La penetración del volumen siguiendo la radicalidad

Figura 46.

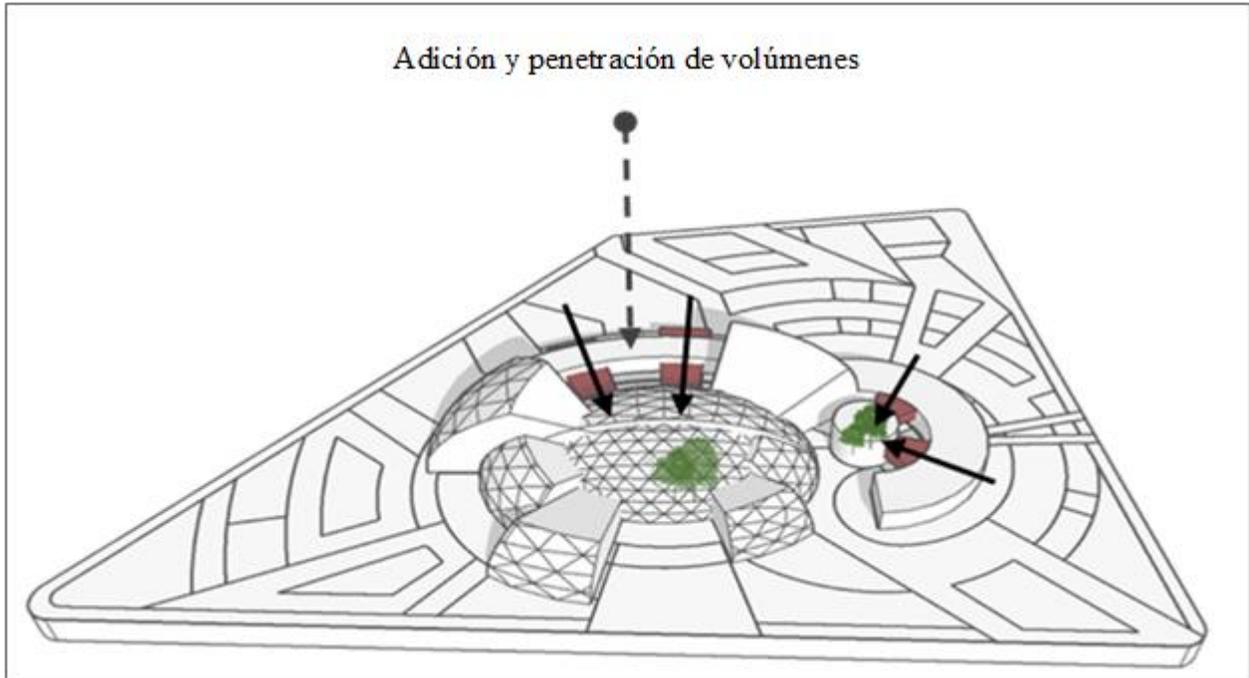
Transformación de la forma axonometria (extruccion)



Nota. La penetración del volumen siguiendo la radicalidad

Figura 45.

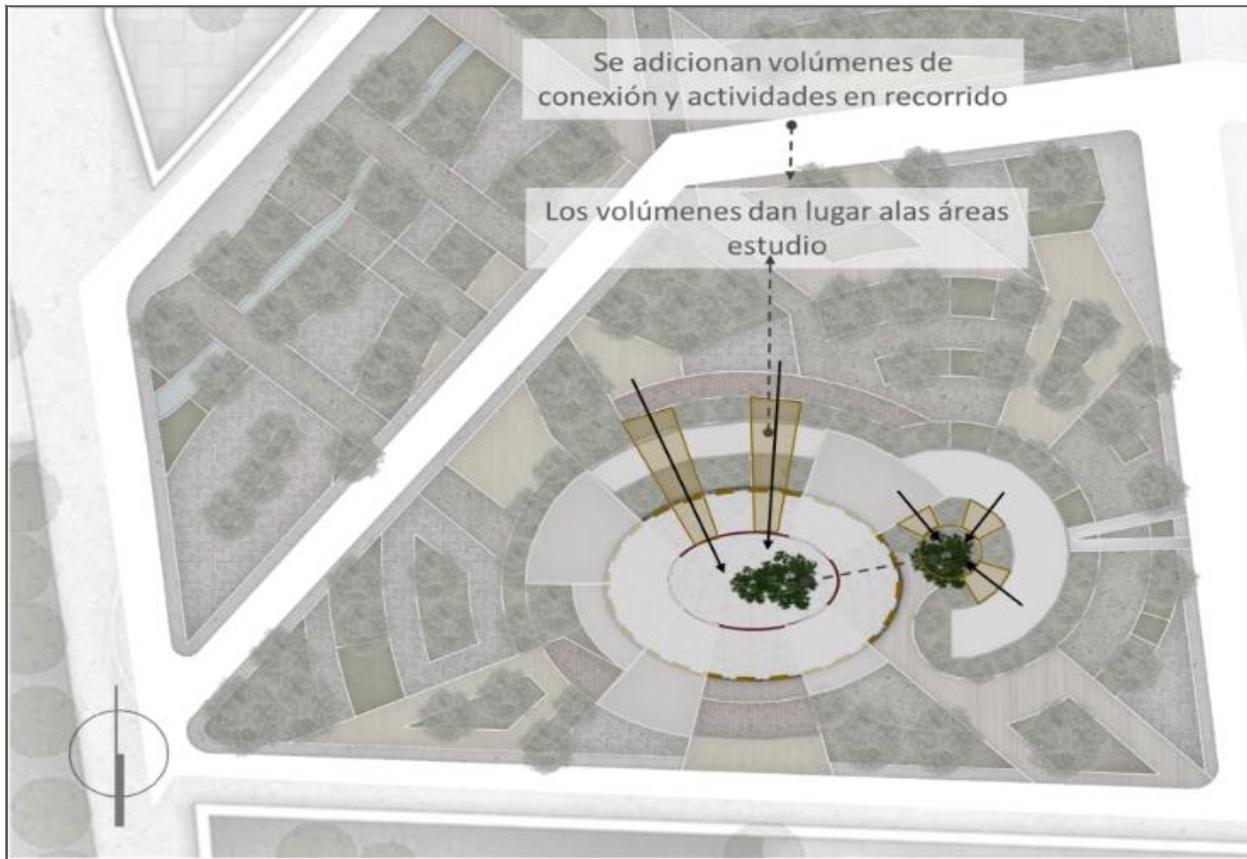
Transformación de la forma axonometria (adición y penetración)



Nota. La figura muestra el volumen que se genera a partir de la adición y la penetración del volumen a partir de este.

Figura 47.

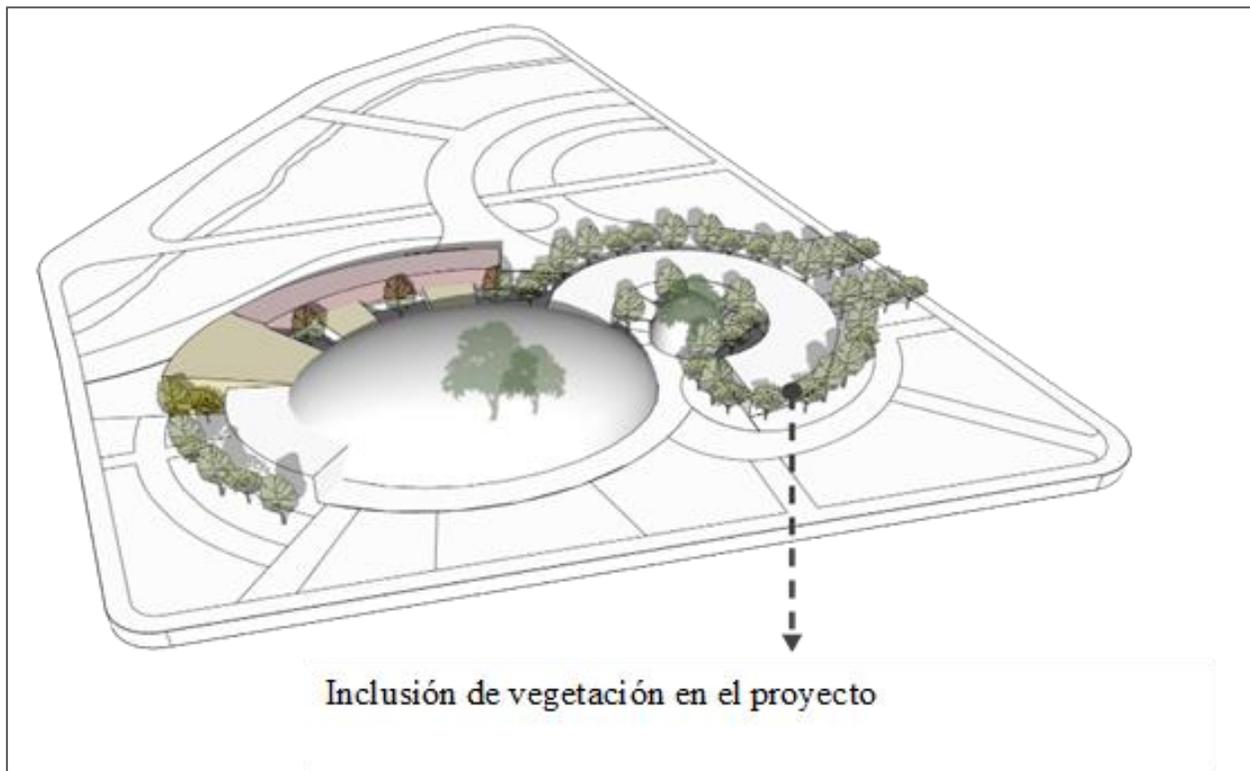
Transformación de la forma (adición y penetración)



Nota. La figura muestra el volumen que se genera a partir de la adición y la penetración del volumen a partir de este axonométrico.

Figura 48.

Transformación de la forma ejes de verdes axonometría



Nota. La figura muestra el desarrollo de árboles en los ejes verdes planteados.

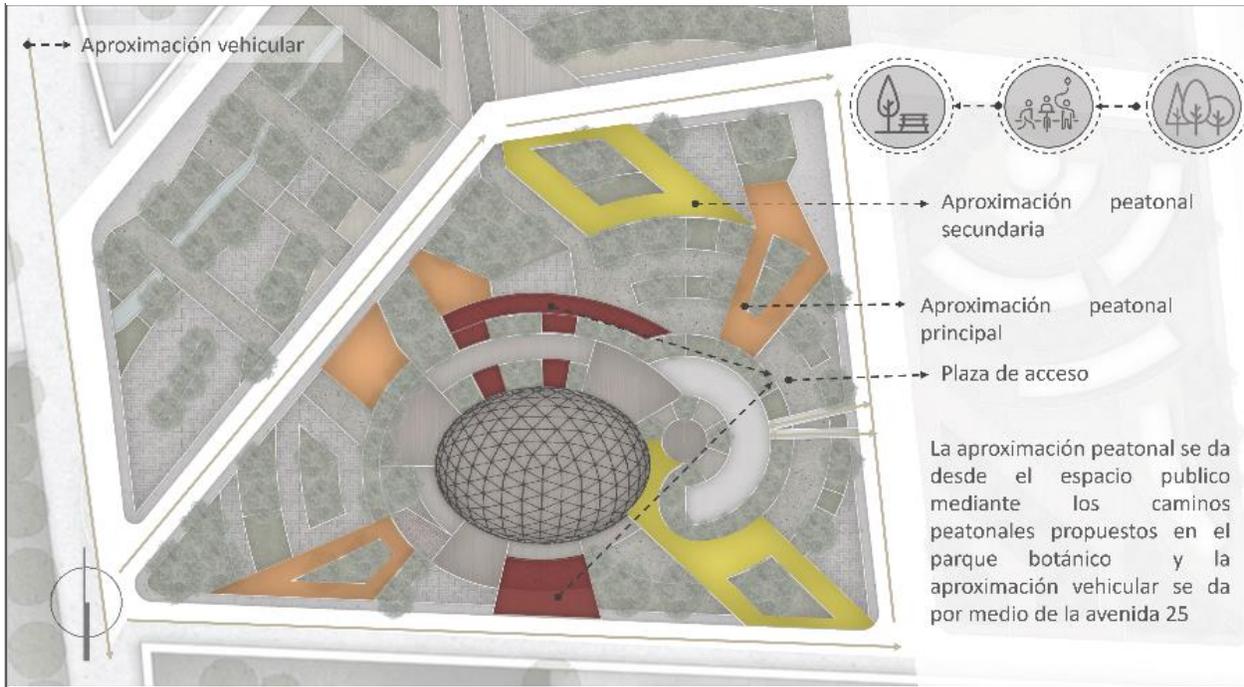
12.2 Acceso y aproximación

Se plantea una aproximación por medio de una plazoleta que conduce al domo principal que contiene el único acceso al proyecto dado que la actividad que se desarrolla es de carácter privado, como se muestra Figura 52

Esta plazoleta de aproximación se genera a partir de depresiones del espacio público para acceder al domo central que genera en su interior un espacio de doble altura que conduce a las demás actividades del proyecto, también desde el espacio público se generan elevaciones que conduce a la plataforma de conexión, como se muestra en la Figura 51

Figura 50.

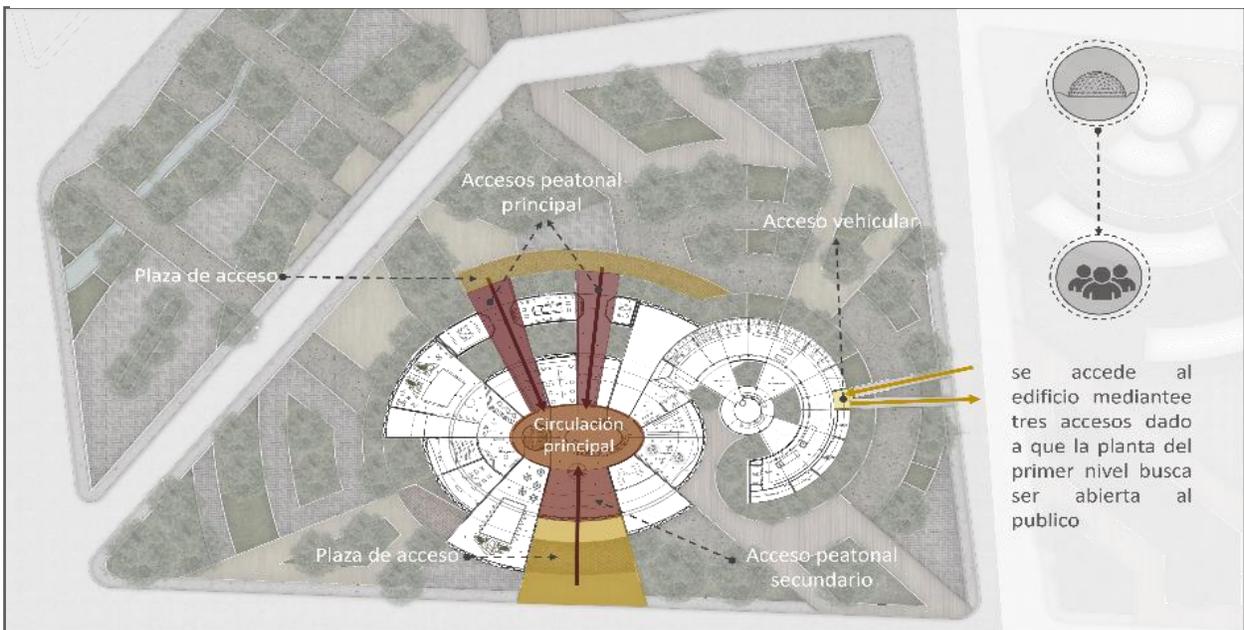
Aproximación al edificio



Nota. La figura muestra la aproximación al edificio desde el parque de la propuesta urbana y la aproximación vehicular.

Figura 49.

Acceso del edificio.



Nota. La figura muestra el acceso de la edición desde la plaza principal.

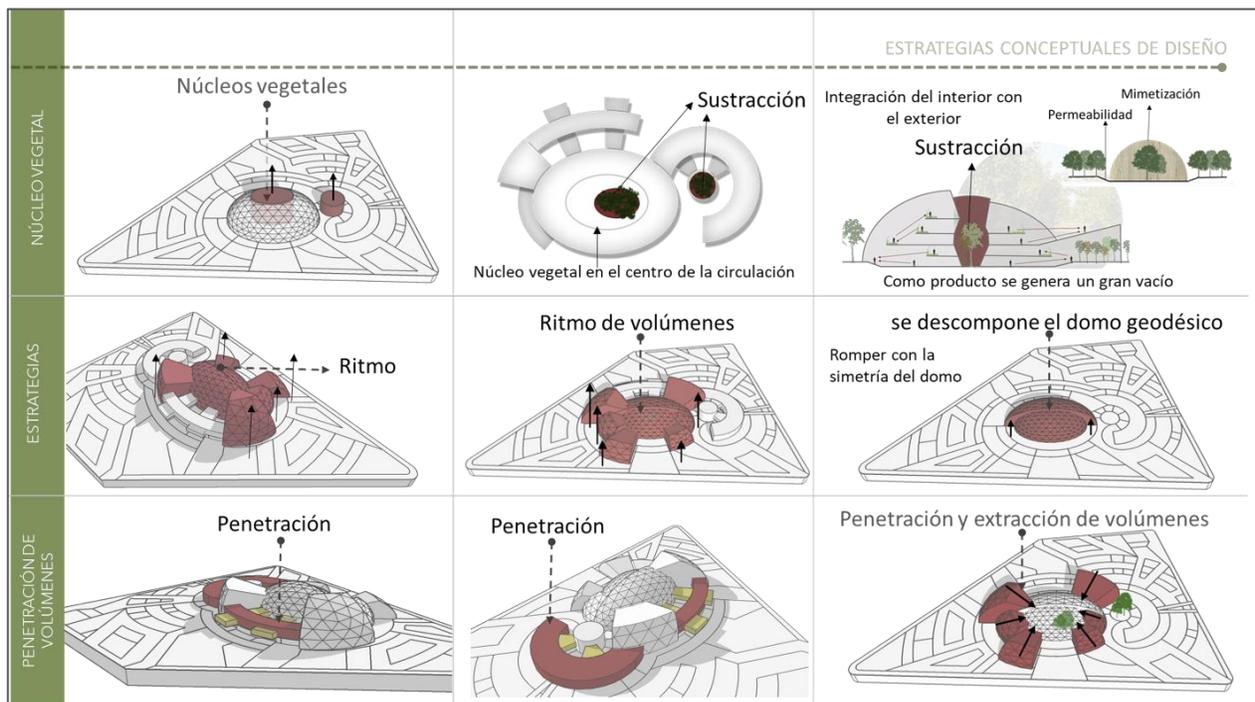
12.3. Mimetización natural en un núcleo vegetal

Para la adecuada implementación del tema de arquitectura biomimética enfocada a la mimetización natural, se tuvo en cuenta la vegetación y el cuerpo de agua ya presente en el lote a trabajar, por lo que se busca generar el menor impacto posible a estos pero a su vez generar una integración de esta zona que actualmente se encuentra segregada dado a la presencia del río Lili, por lo que se planteó desde lo urbano respetar la zona de protección del cuerpo de agua, manejando en esta vegetación y caminos que conecten de un lado a otro, en cuanto al proyecto se decide mantener los árboles ya presentes, generar un parque alrededor del proyecto.

En el objeto arquitectónico se busca desarrollar una forma orgánica en forma de domo que permita sensibilizarse con su entorno y a su vez se plantea el núcleo vegetal que se plantea como estrategia de diseño macro que busca mimetizar el interior con el exterior.

Figura 51.

Matriz de estrategias conceptuales



Nota. La figura muestra las operaciones estratégicas.

12.4. Perfil del usuario

12.4.1. Personal investigativo

- Descripción: Deben ser personas capacitadas en manejo tecnológico de alimentos y su modificación genética que se encarga del manejo de investigaciones en laboratorios, toma de muestras y modificación genética de alimentos. Debe cumplir con las siguientes características:
 - En un rango de edad de 25 años a 62 años aproximadamente
 - Con nivel de educación en posgrado en adelante
 - Especialista en:
 - Debe ser especialista en alguna de las siguientes:
 - Biotecnología alimentaria
 - Ciencia y Tecnología de Alimentos
 - Procesos de Alimentos y Biomateriales
 - Tecnología Alimentaria y Desarrollo de Nuevos Alimentos
 - Manipulación de Alimentos
 - Seguridad y Calidad Alimentaria
 - Diseño y desarrollo de alimentos
 - Manejo de cultivos
- Necesidades espaciales: Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad son generalmente laboratorios y espacios especializados con maquinaria, que a su vez tengan una buena iluminación y se encuentren abiertos solo para personal autorizado, los espacios planteados son:
 - Laboratorios generales
 - Laboratorio en biotecnología y bioingeniería
 - Espacios para la tecnología y conservación de alimentos
 - Laboratorio en biología molecular
 - Laboratorio en microbiología
 - Laboratorio de Fisiología y Nutrición Vegetación
 - Espacio para toma de muestras

- Laboratorio en bioquímica
- Banco de semillas

14.4.2. Personal educativo

- **Descripción:** Deben ser personas capacitadas en manejo tecnológico de alimentos y manejo de cultivos y con capacidad de capacitar en el mismo tema, que se encargue de dictar cursos a personas interesadas.
 - En un rango de edad de 25 años a 62 años aproximadamente
 - Con nivel de educación en pregrado en adelante
 - Educación en: Debe tener estudios en alguna de las siguientes:
 - Biotecnología alimentaria
 - Ingeniería alimentaria
 - Ciencia y Tecnología de Alimentos
 - Procesos de Alimentos y Biomateriales
 - Manipulación de Alimentos
 - Seguridad y Calidad Alimentaria
 - Manejo de cultivos
- **Necesidades espaciales:** Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad son aulas de diferentes índoles que tengan iluminación natural y se adapten para el desarrollo de prácticas, además que cuenten con espacios para el estudio de huertas.
 - Aulas
 - Aula teórica
 - Aula de video
 - Aula de computo
 - Aula taller
 - Taller de huerto: sistema de columnas
 - Taller de huerto: cultivos hidropónicos
 - Taller de huerto: sistema de riego
 - Laboratorios de practica

14.4.3. Estudiante

- Descripción: Son personas que buscan capacitarse en el ámbito de manejo alimentario y de cultivos.
 - En un rango de edad de 18 años a 62 años aproximadamente
 - Con cualquier nivel educativo
- Necesidades espaciales: Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad son aulas de diferentes indoles que tengan iluminación natural y se adapten para el desarrollo de prácticas, además que cuenten con espacios para el estudio de huertas.
 - Aulas
 - Aula teórica
 - Aula de video
 - Aula de computo
 - Aula taller
 - Taller de huerto: sistema de columnas
 - Taller de huerto: cultivos hidropónicos
 - Taller de huerto: sistema de riego
 - Laboratorios de practica
 - Biblioteca

14.4.4. Personal agrícola

- Descripción: Deben ser personas capacitadas en manejo tecnológico de alimentos y su modificación genética que se encarga del manejo de investigaciones en laboratorios, toma de muestras y modificación genética de alimentos. Debe cumplir con las siguientes características:
 - En un rango de edad de 25 años a 62 años aproximadamente
 - Con nivel de educación en técnico en adelante
 - Tener estudios en: Debe tener estudios en alguna de las siguientes:
 - Manejo de cultivos
 - Agronomía
 - Biotecnología alimentaria

- Ciencia y Tecnología de Alimentos
- Necesidades espaciales: Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad son espacios adaptados para el cultivo que tengan luz solar y un sistema de riego.
- Huertas
- Alanceamiento
- Cuidado de cultivos
- Bancos de semillas

14.4.5. Personal de administrativo:

- Descripción: Deben ser personas con estudios administrativos y de referencia
- En un rango de edad de 25 años a 62 años aproximadamente
- Con nivel de educación en pregrado en adelante
- Necesidades espaciales: Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad son generalmente oficinas con iluminación natural y espacios para reuniones y atención.
- secretaria
- Oficina de secretaria
- Oficina de gerencia
- Oficina de contaduría
- Oficinas generales
- Gestión institucional
- Oficina de coordinación

14.4.6. Usuario flotante

- Descripción: Son personas acuden a muestran, posibles inversionistas en el centro y personas que van a exposiciones que presenta el proyecto.
- En un rango de edad de 18 años a 62 años aproximadamente
- Con nivel educativo de pregrado en adelante

- Necesidades espaciales: Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad espacios para exposición y muestras que permitan mostrar los estudios e investigaciones que se realizan en el centro.
- Auditorios
- Salas de muestra
- Galería de exposiciones

14.4.7. Personal de servicios generales

- Descripción: Son personas que se encarga de los servicios generales del centro, tales como personal de aseo, personal de mantenimiento y vigilancia.
- En un rango de edad de 18 años a 62 años aproximadamente
- Personal de aseo con cualquier nivel educativo
- Personal de mantenimiento con capacitación en manejo de maquinaria
- Personal de seguridad capacitado para prestar el servicio
- Necesidades espaciales: Los espacios que necesita el usuario para desarrollar su actividad son espacios de almacenamiento y baños de aseo, además de bodegas.
- Almacenamientos
- Depósitos
- Espacios de servicios generales en cada área

12.5. Programa arquitectónico

El proyecto cuenta con tres grandes ares, la científica, la pedagógica y la comercial, dado a que el proyecto buscaba atraer ala mayor a la población, rompiendo con el modelo de espacios para la agroindustria cerrado.

El proyecto busca que en él se pueda aprender, aplicar y comercializar los productos que en se desarrollen en el mismo,

Estos espacios se distribuyen a partir del núcleo vegetal que conecta todos los espacios del proyecto

Tabla 3.

Programa arquitectónico

| ÁREA | ESPACIO | CANTIDAD | M2 |
|-----------------|--|----------|-----|
| ÁREA CIENTIFICA | Hall | 1 | 50 |
| | Laboratorios generales | 10 | 20 |
| | Biotecnología y Bioingeniería | 1 | 25 |
| | Tecnología y conservación de alimentos | 2 | 30 |
| | Biología molecular | 1 | 25 |
| | Microbiología | 2 | 25 |
| | Laboratorio de Fisiología y Nutrición Vegetación | 1 | 25 |
| | Toma de muestras | 5 | 50 |
| | Bioquímica | 2 | 25 |
| | Banco de semillas | 1 | 13 |
| | control de laboratorios | 1 | 10 |
| | Almacenamiento de materia prima | 1 | 25 |
| | Baños | 2 | 15 |
| | servicios generales | 1 | 12 |
| | Área de lavado | 1 | 15 |
| Deposito | 1 | 50 | |
| ÁREA PEDAGOGICA | Aulas | 6 | 25 |
| | Aula teorica | 1 | 43 |
| | Aula de video | 1 | 43 |
| | Aula de computo | 1 | 150 |
| | Aula taller | 2 | 150 |
| | Taller de huerto: sistema de columnas | 1 | 140 |
| | Taller de huerto: cultivos hidropónicos | 1 | 200 |
| | Taller de huerto: sistema de riego | 1 | 130 |
| | Laboratorios de practica | 1 | 175 |
| | Biblioteca | 1 | 500 |
| | Deposito | 1 | 25 |
| | Auditorio | 1 | 900 |
| | Baños | 2 | 15 |
| | Servicios generales | 1 | 12 |

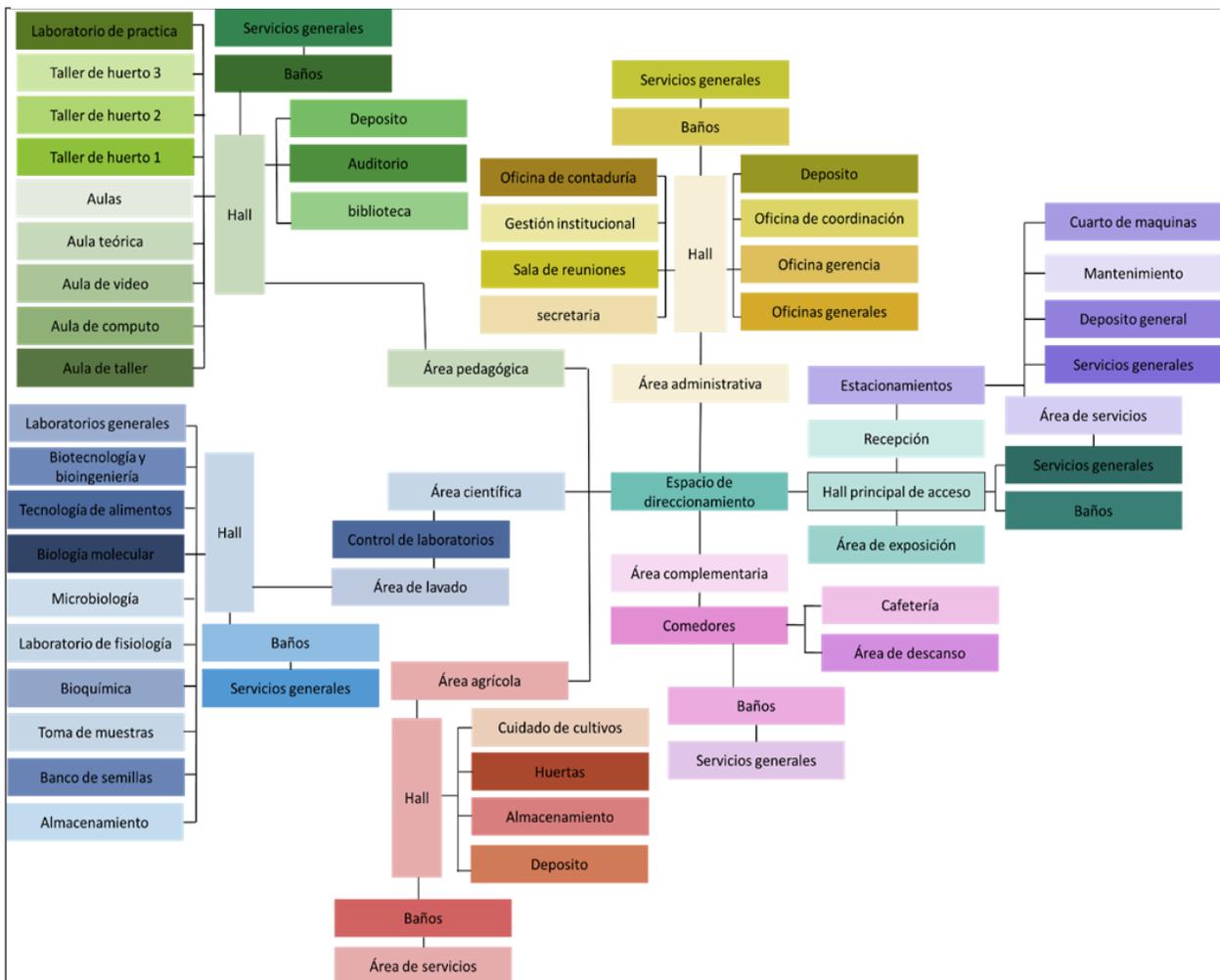
| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|----------------|-----|
| ÁREA AGRICOLA | Cuidado de cultivos | 3 | 12 |
| | Hall | 1 | 15 |
| | Huertas | 5 | 100 |
| | Almanceamiento | 1 | 25 |
| | Baños | 2 | 15 |
| | Área de servicios | 1 | 12 |
| | Deposito | 1 | 25 |
| ÁREA COMPLEMENTARIA | Cafeteria | 1 | 25 |
| | Hall | 1 | 15 |
| | Comedores | 1 | 150 |
| | Área de descanso | 1 | 100 |
| | Baños | 2 | 15 |
| | Servicios generales | 1 | 12 |
| ÁREA ADMINISTRATIVA | Hall | 1 | 40 |
| | secretaria | 1 | 12 |
| | Oficina de secretaria | 1 | 12 |
| | Oficina de gerencia | 1 | 12 |
| | Oficina de contaduria | 1 | 12 |
| | Oficinas generales | 5 | 50 |
| | Gestion intitucional | 1 | 15 |
| | Oficina de coordinación | 1 | 15 |
| | sala de reunion | 2 | 50 |
| | Baños | 2 | 15 |
| | Deposito | 1 | 25 |
| | Sevicios generales | 1 | 12 |
| | ÁREA DE ACCESO | Hall principal | 1 |
| Recepcion | | 1 | 15 |
| Área para exposiciones | | 1 | 25 |
| Espacio de direccionamiento | | 1 | 12 |
| Baño | | 2 | 15 |
| Servicios generales | | 1 | 12 |

| | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| ÁREA SERVICIOS | Mantenimiento | 2 | 25 |
| | Seguridad | 1 | 12 |
| | Estacionamientos | 1 | |
| | Cuarto de maquinas | 2 | 25 |
| | Depositivos generales | 2 | 100 |
| | Servicios generales | 1 | 25 |
| | | TOTAL DEL AREA | |

Nota. La tabla muestra el programa arquitectónico del proyecto en áreas.

Figura 52.

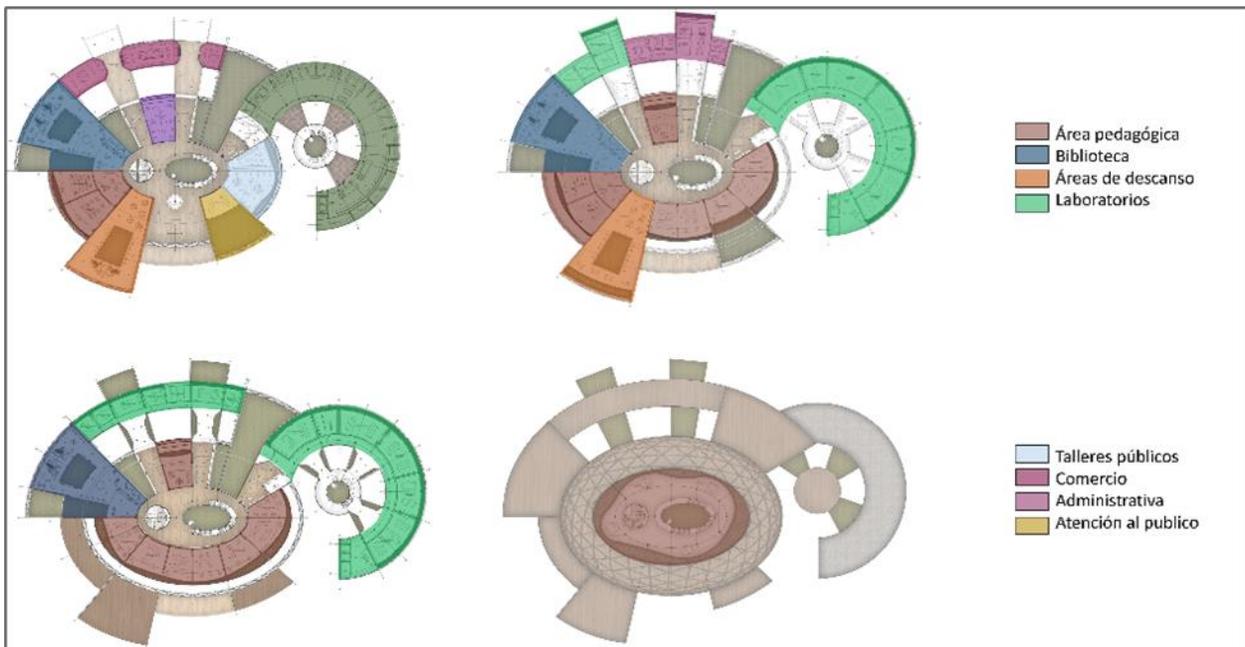
Organigrama funcional



Nota. La figura muestra el organigrama funcional del proyecto.

Figura 53.

Programa arquitectónico zonificado



Nota. La figura muestra el programa arquitectónico

12.6. Desarrollo del proyecto

la actividad del proyecto está repartida en cuatro niveles como se muestra en el ANEXO 1

En el primero nivel se ingresa por las plazas de acceso que conducen al núcleo vegetal, que cuentan con las circulaciones vertical principal, a su alrededor se generan circulaciones secundarias y accesos a los espacios interiores. La primera actividad que se encuentra en el primer nivel son las áreas de Comercio libre y de productos elaborados en el centro, las cuales están ubicadas al lado de las plazas acceso para hacerlas así más públicas al igual que la cafetería que se encuentra entre estas dos y estas buscan ser abiertas a todo el público. Luego siguiendo la misma ruta se encuentra un área de exposiciones que se ubica en un punto estratégico para atraer al usuario visitante a conocer más sobre las funciones del centro de investigación, esta área cuenta con un remate visual a jardines interiores, del mismo modo la biblioteca se plantea abierta a todo el público con el fin de motivar al visitante a la investigación, este espacio cuenta con vegetación de árboles en su interior además de contar con él con una altura triple para dar una mayor jerarquía al espacio, también en este nivel se plantea un área de muestras al público donde se pretende mostrar a todo el público las muestras en materia prima y en productos agroindustriales alimentarios, a su vez este

espacio cuenta con remates visuales a jardines interiores, también se proponen salones de descanso y estudio con vegetación al interior, además se proponen salones de talleres abiertos a todo el público (uno para adultos y uno para niños) y por último se encuentra el área de parqueo que contiene los cuartos técnicos y un área de carga que conduce a los laboratorios, como se muestra en la Figura 55

En el segundo nivel posee una circulación similar a la del nivel anterior, donde prima la circulación central principal alrededor del núcleo vegetal, las circulaciones secundarias y los accesos a los espacios interiores. En este nivel se encuentran las áreas privadas, como lo es el área administrativa, con remate visual al espacio público y a jardines interiores, también se encuentra un área de laboratorios de enseñanza, que cuentan dos salas para conferencias con remates en jardines un área de estudio con vegetación interior y los salones dados para el área pedagógica, donde se busca capacitar y enseñar sobre la biotecnología y sostenibilidad alimentaria y por último encontramos los laboratorios del área científica que cuentan con un punto de control, así mismo los laboratorios poseen huertas interiores y están conectados al segundo núcleo vegetal, como se muestra en la Figura

En el tercer nivel se encuentran las actividades de complemento a los laboratorios pedagógicos que también cuentan con huertas y jardines, un aula de estudio libre que remata en jardines interiores y el complemento a los salones de capacitación con remates visuales a los jardines y el área complementaria de los laboratorios científicos, con remates con las puertas interiores como se muestra en la Figura

En el cuarto y último nivel se encuentran las circulaciones centrales alrededor del núcleo vegetal y la actividad se encuentra el área de huertas, que se dejan en el último nivel ya que necesitan recibir el sol del núcleo vegetal directamente, como se muestra en la Figura

Es importante recalcar que todos los espacios interiores rematan en vegetación, como se muestra en el ANEXO 3

El envolvente se planta por medio de paneles triangulares perforados en el domo y aparcados en lamas de madera para el control solar, así mismo se genera ventanales, pero solo en la fachada norte y sur donde no entra la luz solar directa, como se muestra en la Figura 58, Figura y Figura

12.7. Desarrollo técnico

En la estructura se genera una cimentación en pilotes y se plantean los apoyos para la cimentación del domo que también están dados por pilotes las plantas de contra nivel dónde están compuestas por vigas y columnas en concreto para un manejo de grandes luces.

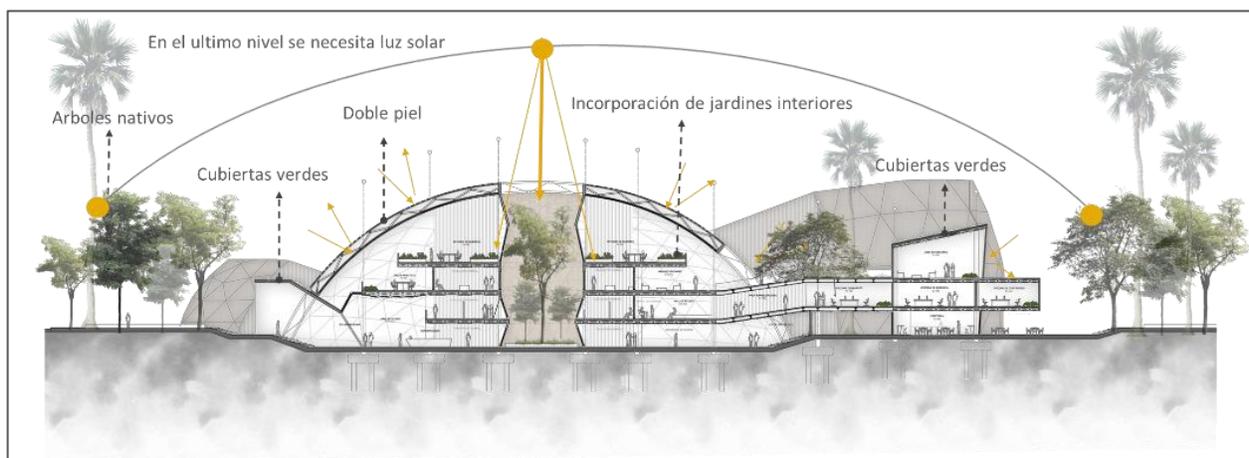
Las plantas de contra nivel donde están compuestas por vigas y columnas en concreto para un manejo de grandes luces en el corte por fachada se observa la doble piel en los paneles triangulares perforados de 4 m por 2 m por 5 cm, así como la piel sin perforar triangular en madera de 4 m por 2 m por 5 cm Por otro lado la platina de Unión metálica para madera como se muestra en el ANEXO 2

12.8. Desarrollo Bioclimático

las estrategias bioclimáticas se desarrollan a partir de la orientación de los domos, donde los que están dedicados para investigación y pedagogía se orientan al norte y se abre así mismo esta fachada norte para generar luz natural en el espacio interior, por otro lado, las fachadas orienten y occidente se cierran para evitar la incidencia solar directa en el interior y se plantea los envolventes en madera con el fin de generar un mejor confort interior además de esto se plantea vegetación entre los volúmenes y cubiertas verdes, así mismo se abre la fachada a los vientos para generar la entrada y salida de estos y refrescar el espacio interior, como se muestra en la Figura 56

Figura 54.

Análisis bioclimático



Nota. La figura muestra el desarrollo climático a partir de la asociación y de vientos cruzados

13. CONCLUSIONES

Una arquitectura pensada desde el entorno natural permite abrir la puerta a ideas sostenibles, proponiendo que la vegetación ya presente en el lugar se conserve y adaptar el edificio a esta, pensando en materiales de la zona y bioclimáticos, esto con el fin de reducir los impactos ambientales que se generan a construir.

Por otro lado, las actividades agro industriales deben estar vinculadas a la ciudad con el fin de lograr un cultivo, producción, comercialización y enseñanza óptimo, generando que las personas se sientan atraídas a capacitarse en nuevas técnicas que harán más eficiente el desarrollo la agroindustria. Los espacios industriales deben estar n la capacidad de adaptarse y tener espacios amplios y dejar de lado el tipo de edificio en bodega que se ve actualmente en Colombia.

BIBLIOGRAFIA

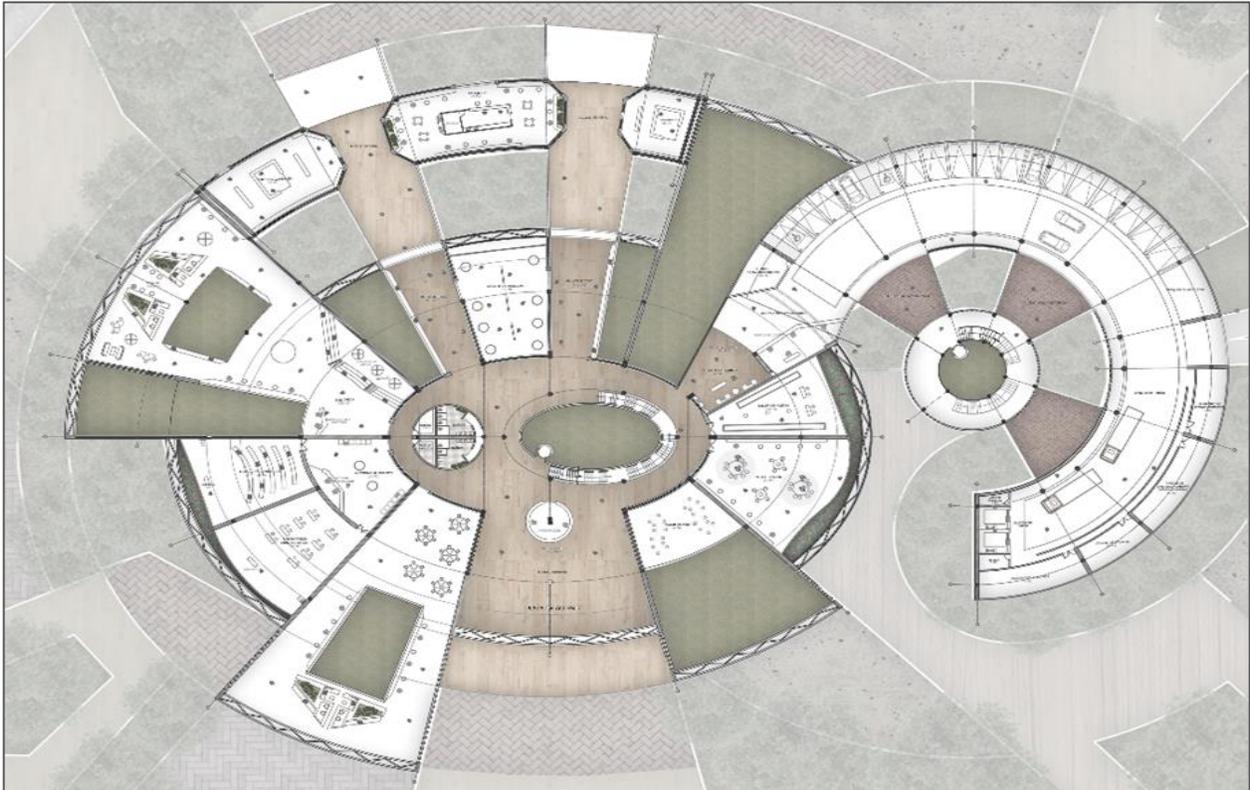
- Arango, S. (1993). *Historia de la arquitectura en Colombia*. Bogota : Universidad Nacional de Colombia.
- Arevalo, D. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica*. Cali: WWF Colombia.
- Ashes to life. (10 de diciembre de 2018). *la naturaleza: fuente de inspiración*: ashestolife.es/la-naturaleza-fuente-de-inspiracion/
- Benavides, Á. (2018). *Estudio de Factibilidad sobre Encadenamientos Productivos*. Cali: lidapatty international consulting s.a.s.
- Camara de comercio, c. (2018). *Informe presentado a la Superintendencia de Industria y Comercio de cali*. Cali: camara de comercio de Cali.
- Castrillón, M. (2008). *Estudio sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia*. medellin: estudio sobre bioeconomia.
- Dane. (2019). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Sector Industria Manufacturera*. Bogotá: Boletín Técnico.
- Duarte, j. (2015). *historia de la ingeniería de alimentos en colombia (tesis de grado)*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Espinoza, L. (2017). *Arquitectura biomimética. Centro de Investigación Biológica, Hospital de Navarra. España(tesis de maestria)*. Universidad Ricardo Palma, Lima.
- FAO. (25 de septiembre de 2019). *La industria alimentaria necesita hacer más en apoyo de unos alimentos saludables*. Obtenido de organizacion de las naciones unidas para el alimento : <http://www.fao.org/news/story/es/item/1234852/icode/>
- Fernández, I. (2015). *Mimetizar la Arquitectura con la naturaleza : Centro Científico, Turístico y Educativo en Mindo(tesis de pregrado)*. Universidad San Fransico de Quito, Quito.
- jiménez, C. (2018). *diseño biomimético*. Madrid : Universidad politécnica de madrid .
- Lancheros, A. (18 de febrero de 2020). *investpacific*. Obtenido de investpacific: <https://www.investpacific.org/agroindustria/#:~:text=El%20departamento%20es%20el%20mayor,maracuy%C3%A1%2C%20aguacate%2C%20entre%20otras.>

- López, A., & González, M. (2020). *Arquitectura biomimética y biomímesis*. Alicante: Universidad De Alicante .
- López, M., Rubio, R., & Álvaro, M. (junio de 2017). *Biomimética aplicada a la arquitectura y construcción*. Nuevos Modelos de Investigación y Colaboración en Ingeniería Gráfica (págs. 23-25). Asturias: Congreso ingegraf.
- Manriquez, I. (2015). *Mimetizar la Arquitectura con la Naturaleza: Centro Científico, Turístico y Educativo en Mindo*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Martinez, O., & Morales, s. (2016). *Análisis del sector agroindustrial en Colombia (tesis de grado)*. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- Montenegro, S., & Hernández, Y. (2015). *Biología aplicada al desarrollo agropecuario colombiano*. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental, 97 - 108.
- Moreno, L. (2012). *biomímesis en arquitectura e ingeniería*. Bucaramanga: universidad santo tomas de bucaramanga.
- Orlando, D. (2019). *La tecnificación como herramienta para incrementar la productividad agropecuaria en colombia(tesis de grado)*. Bogotá: Fundación universidad de américa.
- Ortiz, d. (2012). *Que hay detras de los tratados de libre comercio*. Medellín : Institucion universitaria tecnologico de antioquia programa negocios internacionales.
- Ospina, H. (2018). *perfil de morbilidad atendida en salud oral*. Cali: secretaria de salud municipal de santiago de cali.
- Parras, D., & Domínguez, M. (2016). *Recursos formales de la naturaleza como fuente de inspiración en diseño de producto*. cartagena : Universidad Politécnica de Cartagena.
- Alcaldia municipal de Cali. (2014). *Plan de Ordenamiento Teritorial*. Obtenido de alcaldia municipal de Cali: <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/52108/documento-plan-de-ordenamiento-territorial/>
- Procolombia. (2017). *Cali, un eje industrial clave para la inversión*. Obtenido de procolombia: <https://www.colombia.co/extranjeros/negocios-en-colombia/cali-un-eje-industrial-clave-para-la->

ANEXO 1 PLANOS ARQUITECTÓNICOS

Figura 55.

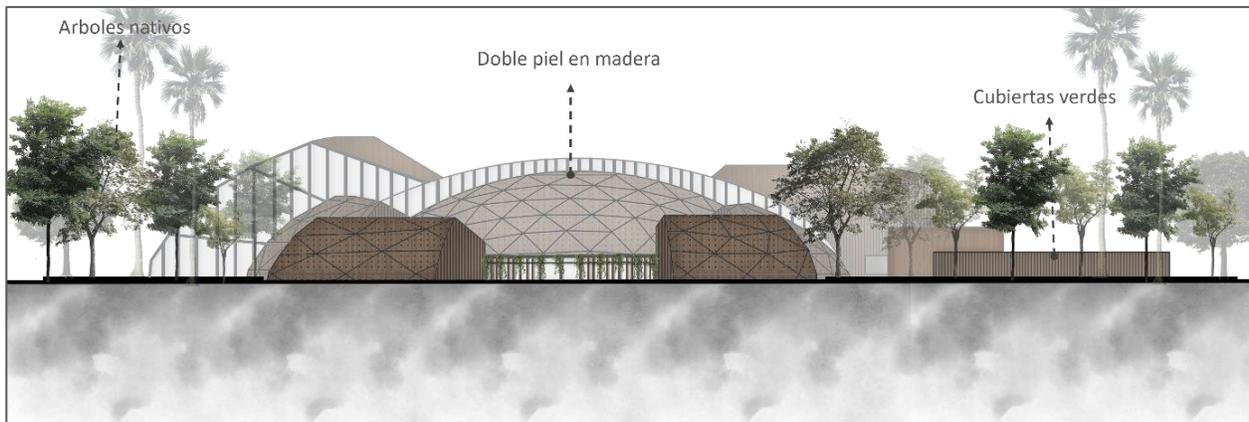
Plano primer piso



Nota. La figura muestra el desarrollo planimétrico del primer nivel.

Figura 56.

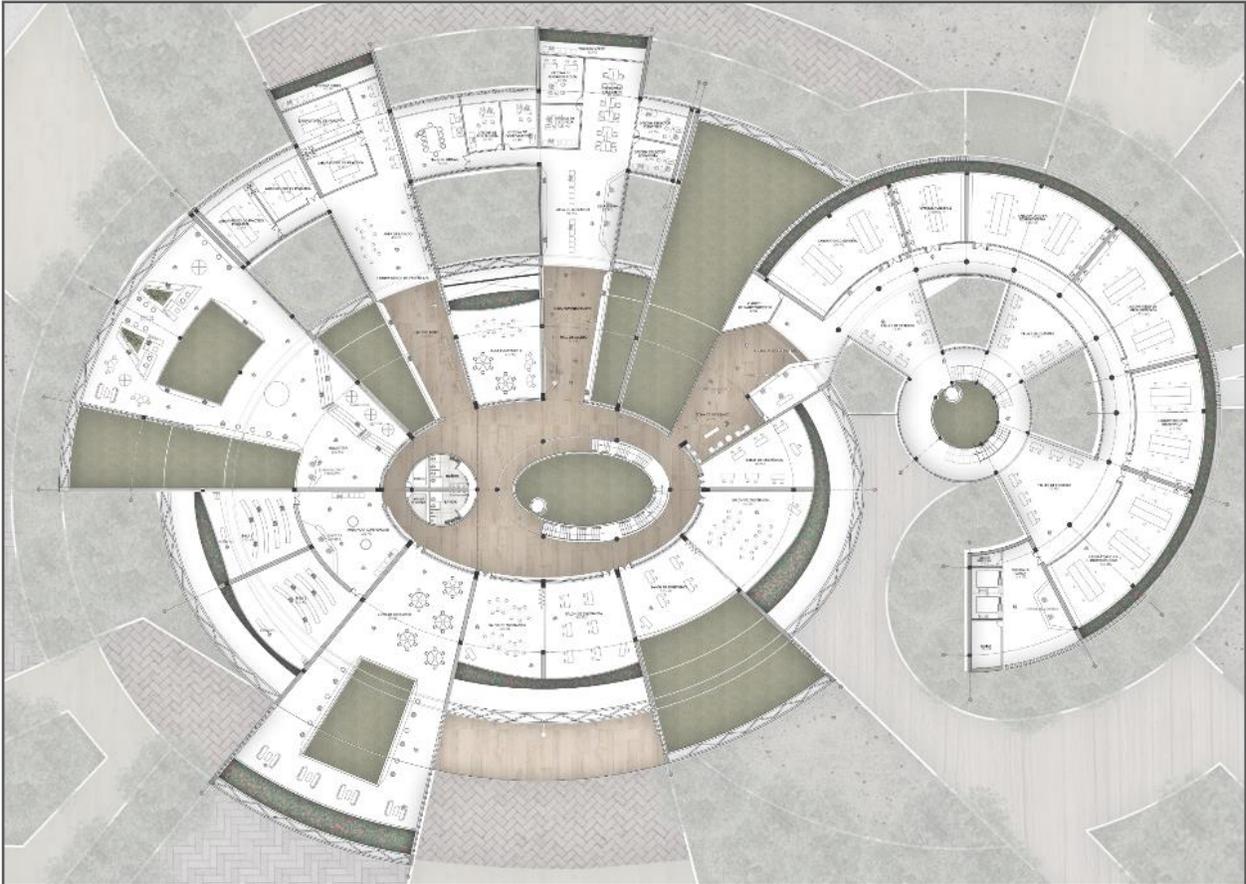
Facha norte



Nota. La figura muestra el desarrollo de la fachada

Figura 59.

Plano segundo piso



Nota. La figura muestra el desarrollo planimétrico del segundo nivel.

Figura 60.

Fachada sur



Nota. La figura muestra el desarrollo de la fachada

Figura 61.

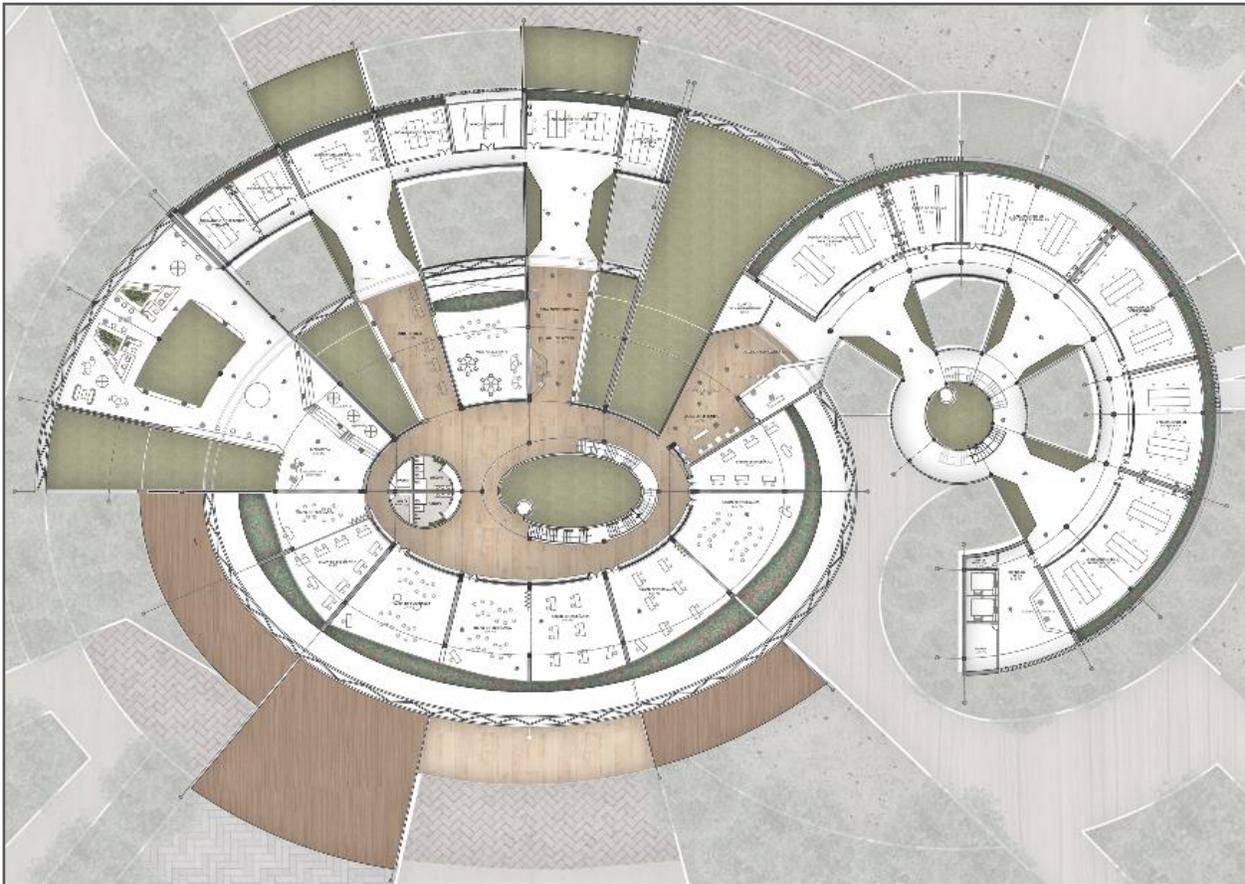
Fachada oriente



Nota. La figura muestra el desarrollo de la fachada

Figura 62.

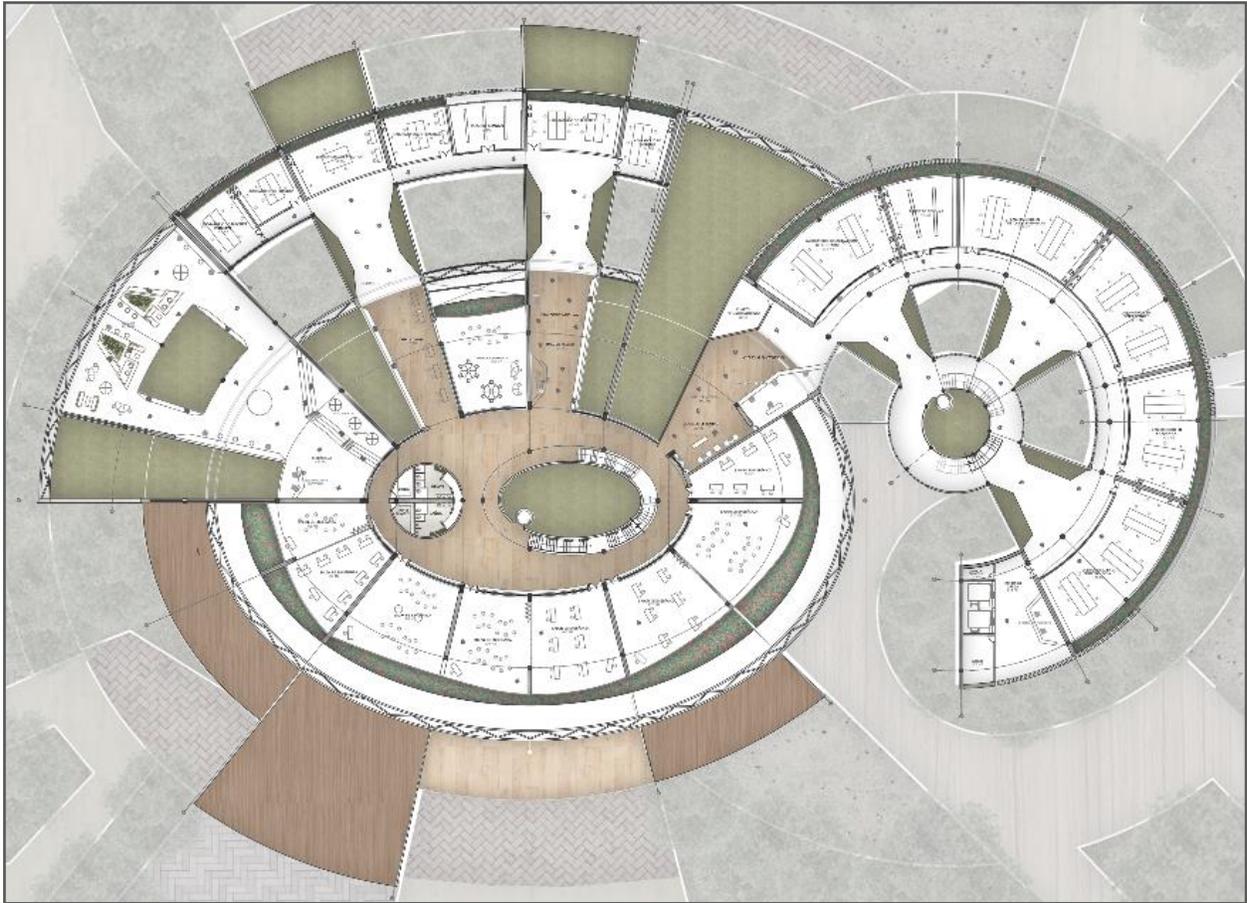
Plano tercer piso



Nota. La figura muestra el desarrollo planimétrico del tercer piso.

Figura 63.

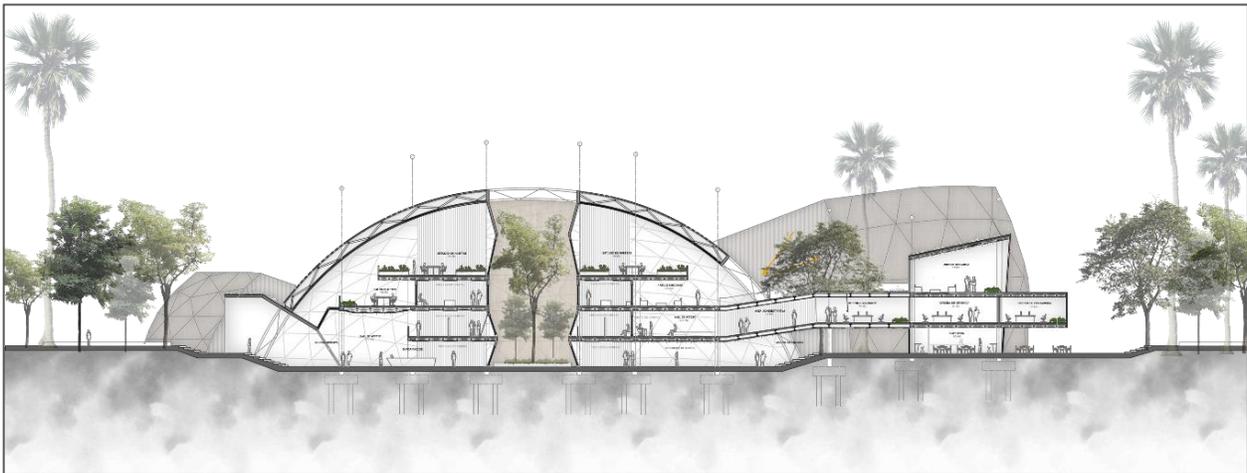
Plano de cuarto piso



Nota. La figura muestra el desarrollo de cuarto piso

Figura 64.

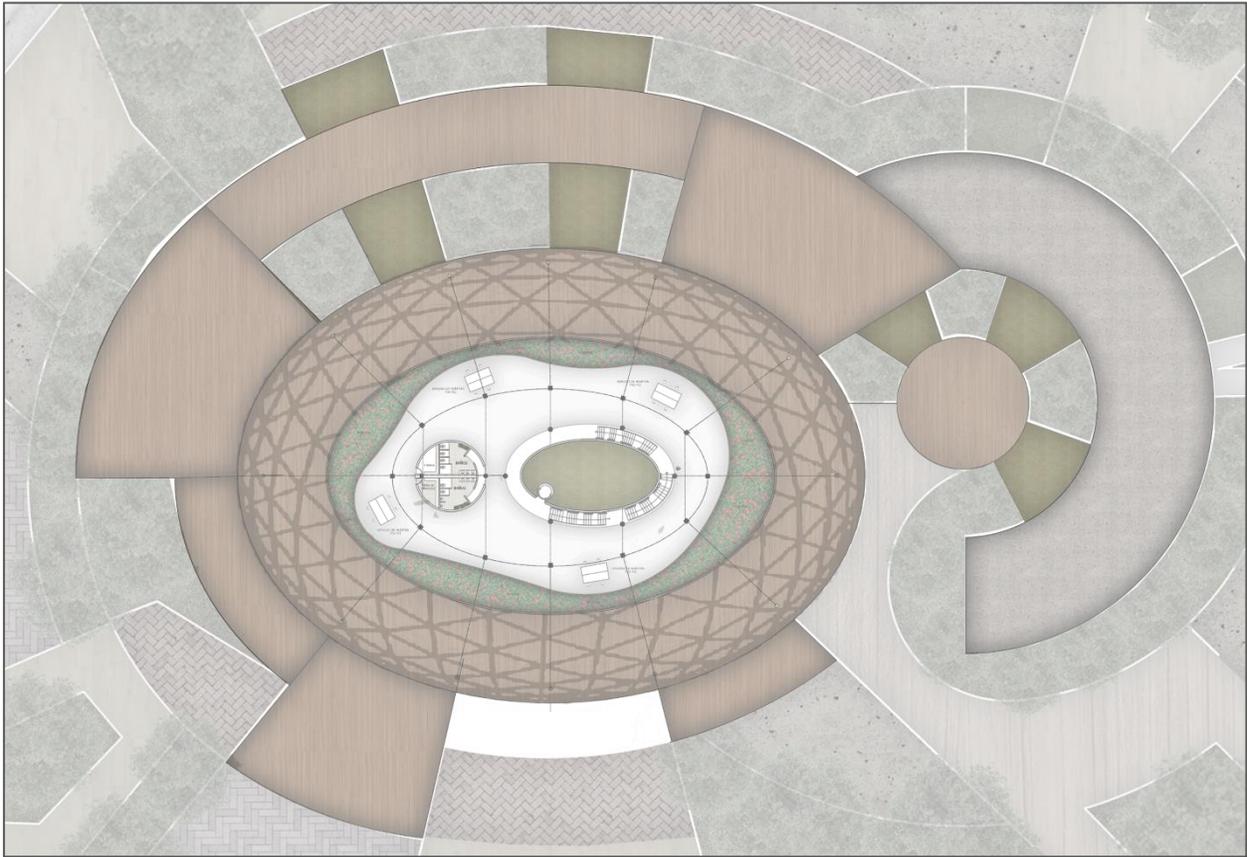
Corte



Nota. La figura muestra el desarrollo de la fachada

Figura 78.

Plano de quinto piso

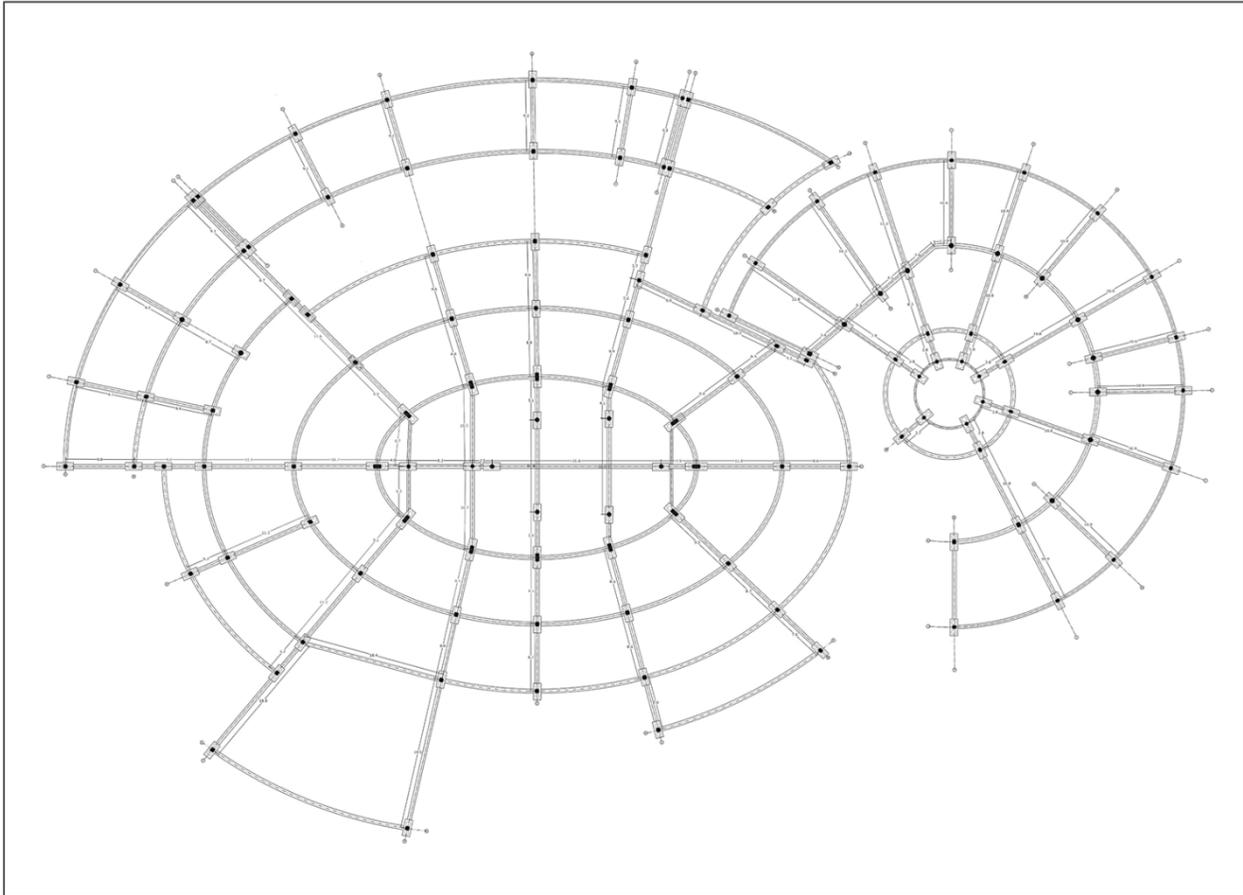


Nota. La figura muestra el desarrollo de quinto piso

ANEXO 2
PLANOS ESTRUCTURALES

Figura 82.

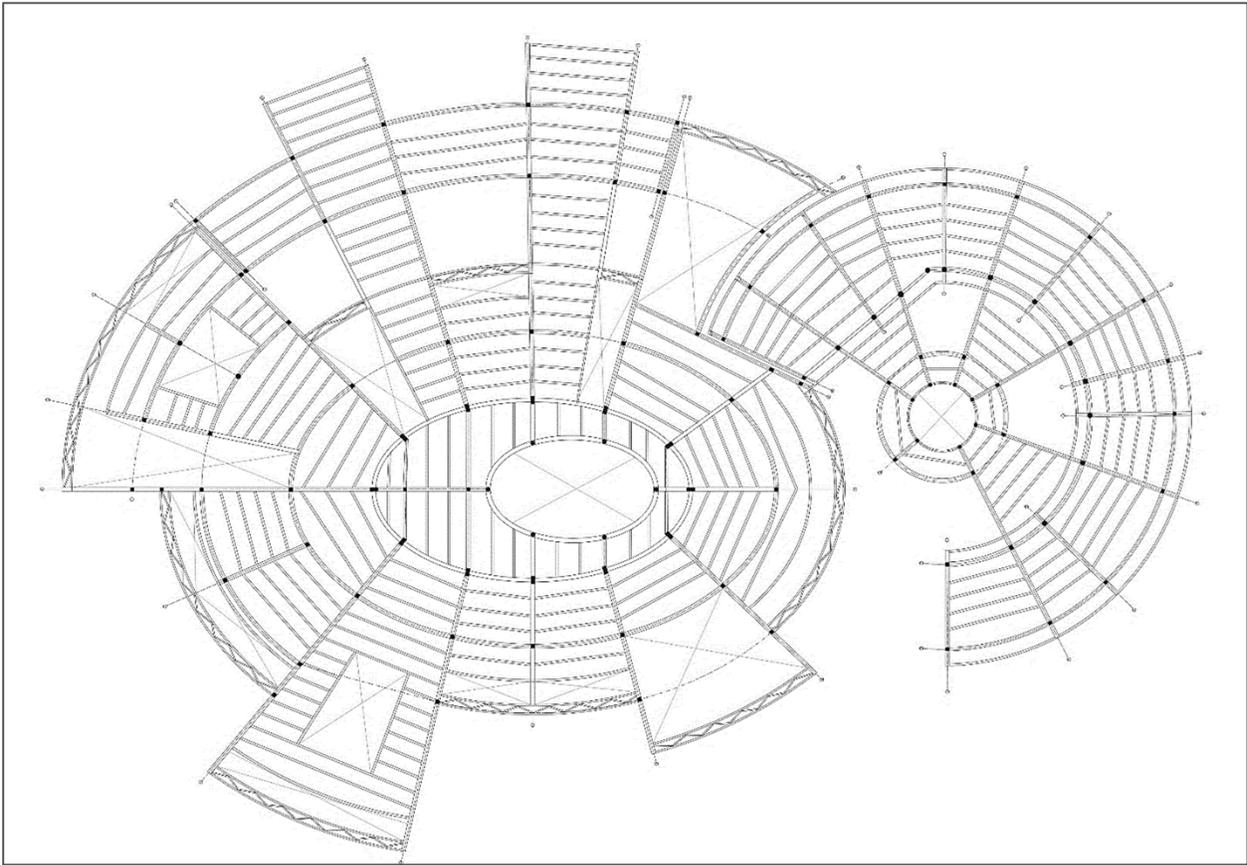
Planta de cimentación



Nota. La figura muestra la estructura de cimentación

Figura 86.

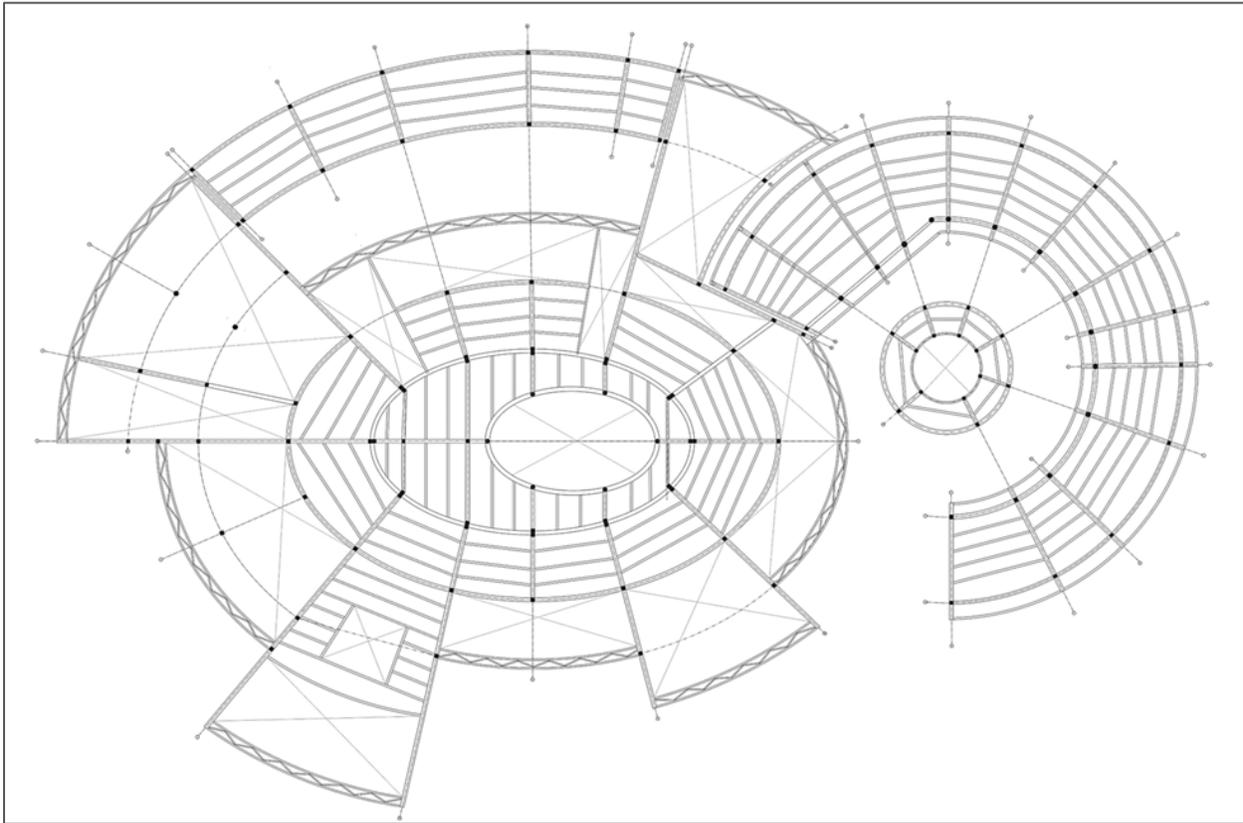
Planta de contrapiso de segundo nivel



Nota. La figura muestra la estructura de cimentación

Figura 90.

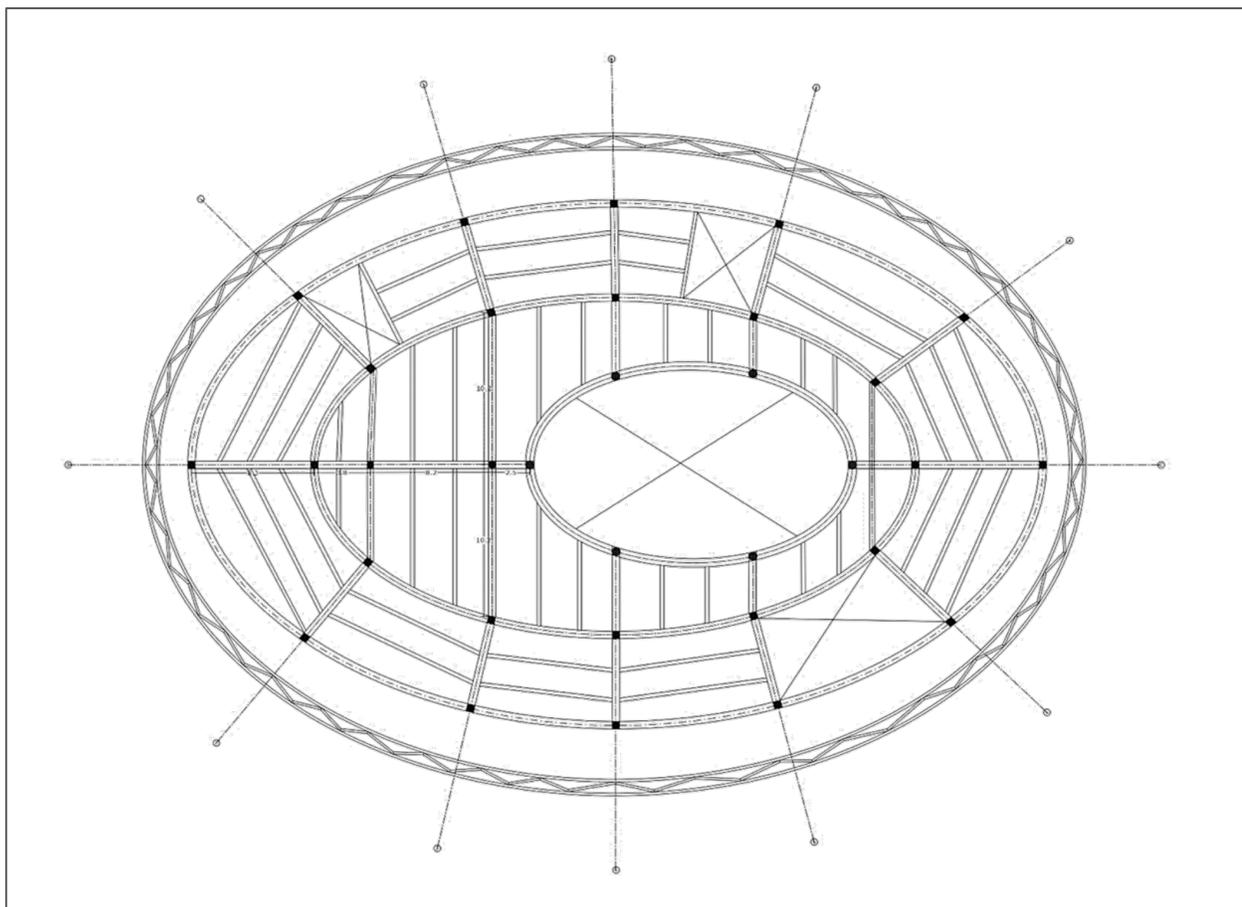
Planta de contra piso tercer nivel



Nota. La figura muestra la estructura de cimentación

Figura 94.

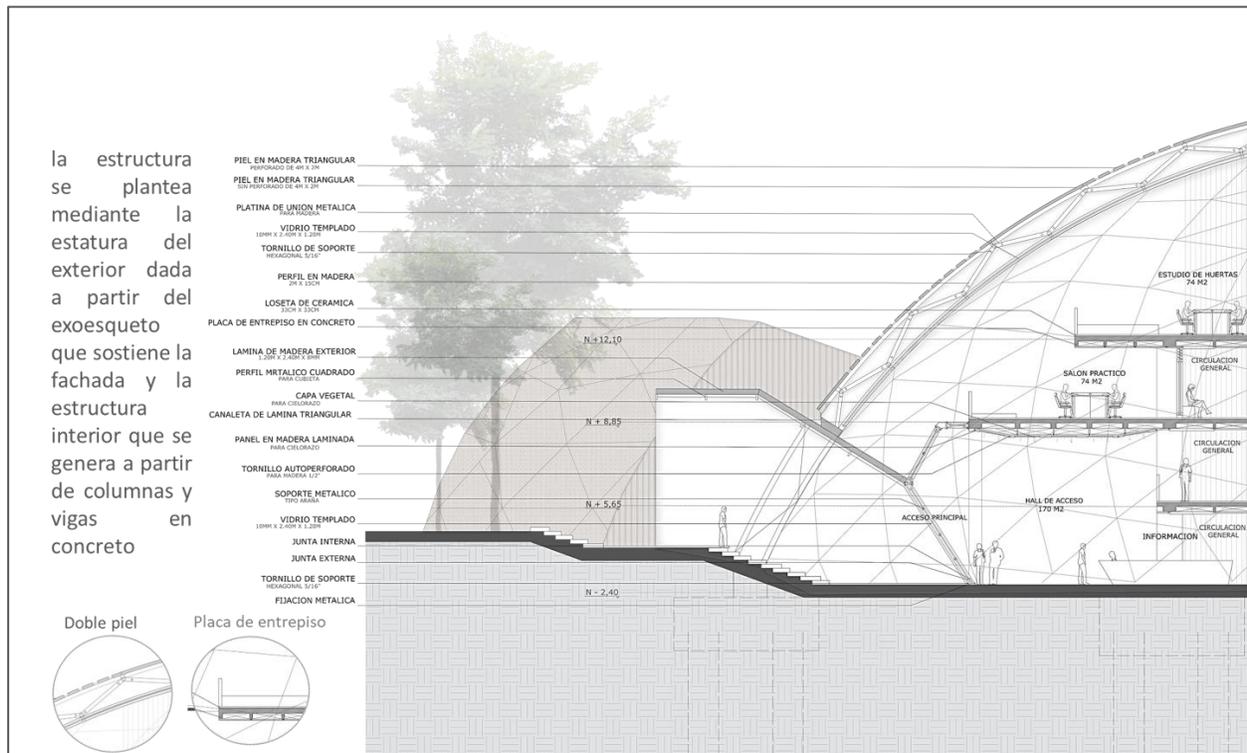
Planta de contrapiso de cuarto nivel



Nota. La figura muestra la estructura de cimentación

Figura 98.

Corte por fachada



Nota. La figura muestra el desarrollo de la fachada

ANEXO 3 RENDERS

Figura 102.

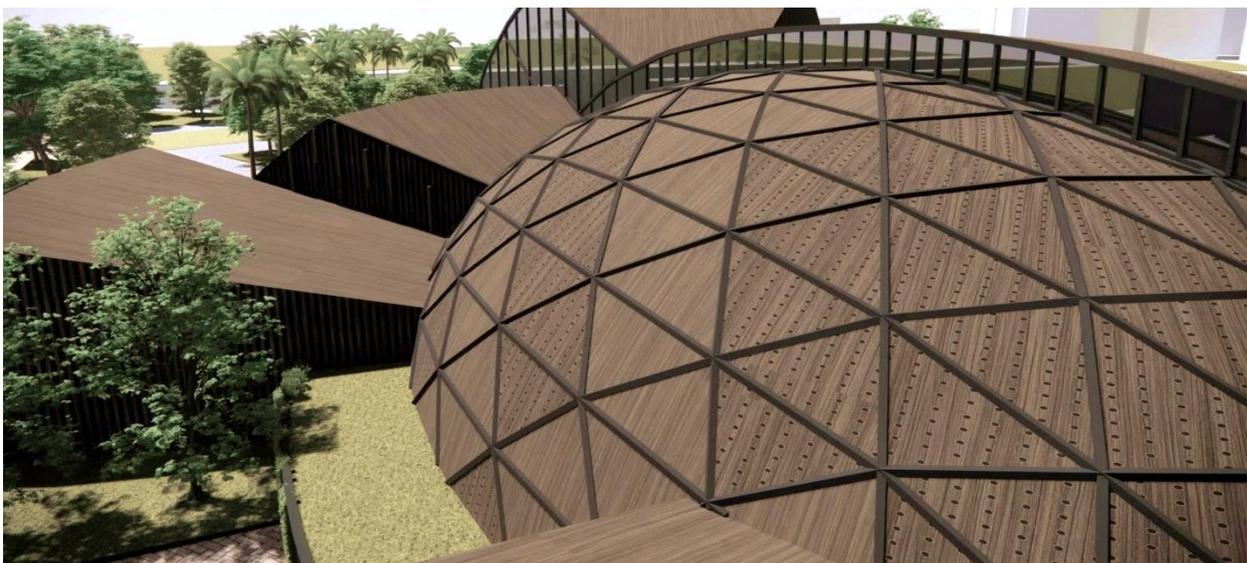
Visualización externa del proyecto



Nota. La figura muestra la visualización externa del proyecto

Figura 106.

Visualización externa del proyecto



Nota. La figura muestra la visualización externa del proyecto

Figura 114.

Visualización interna del proyecto



Nota. La figura muestra la visualización interna del proyecto

Figura 110

Visualización interna del proyecto



Nota. La figura muestra la visualización interna del proyecto