

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

Colegio educación básica secundaria y media técnica

Énfasis en el manejo de los recursos hídricos y la eficiencia energética

Anlly Taily Arciniegas Guerrero y Claudia Julieth Sánchez Rodríguez

Proyecto de grado para optar al título de Arquitecto

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.

División de ingenierías y arquitectura.

Facultad de Arquitectura

Junio 2017.

Dedicatoria

A nuestras compañeras de proyecto urbano ambiental Diana Carolina Gualdrón Díaz y Angélica Noriega Tous quienes hicieron parte del grupo de trabajo para la investigación y desarrollo del plan parcial tomado como base para la localización de este proyecto de grado.

Anlly Taily Arciniegas Guerrero

A Dios porque su voluntad se cumple en mi vida, por ser mi fortaleza y mi ayudador en todo momento. Por ser mi Padre.

A mi madre, hermana y hermano por creer en mí, por su amor y darme todo su apoyo durante la carrera, especialmente, a mi madre a quien admiro por su ejemplo, quien es una inspiración para mí. Por su comprensión y ayuda durante este proceso.

A mi mejor amigo quien siempre estuvo presente en cada etapa de mi vida universitaria, a quien aprecio mucho y agradezco a Dios por su amistad; por su apoyo, su voz de aliento y fe ante los momentos de debilidad.

Claudia Julieth Sánchez Rodríguez

A Dios por su infinita misericordia para conmigo y el desarrollo de este proyecto.

A mi amiga y compañera de proyecto de grado a quien admiro por sus esfuerzos personales y espirituales para el logro de su carrera y de este proyecto; quien es un ejemplo de perseverancia
paciencia y compañerismo.

A mis padres por su apoyo y confianza en mí.

Contenidos

	Pág.
Introducción	11
1. Planteamiento del problema.....	11
1.1. Definición del problema.....	11
1.2. Justificación.....	12
1.3. Justificación de la matriz diagnóstica	15
1.4. Objetivos	16
1.4.1. Objetivo general:.....	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
1.5. Límites	17
1.6. Alcance	17
1.7. Metodología del trabajo	19
2. Marco referencial	21
2.1. Marco legal	21
2.2. Marco teórico	26
2.3. Marco conceptual.....	27
3. Análisis tipológico	47
3.1. Tipología internacional	47
3.2. Tipología nacional	58
3.2.1. Emplazamiento	58
3.2.2. Volúmenes:	62
3.2.3. El espacio:.....	62
3.3. Técnicas	64
3.3.1 Estructura:	64
3.3.2. Sistemas técnicos sostenibles:.....	65
3.4. Entrevistas.....	66
3.5. Plantas arquitectónicas.....	71
4. Programa arquitectónico	72
5. Localización	81
5.1. Análisis del sitio.....	81
5.1.1. Análisis comunas	81
5.2. Equipamiento educacional	88
5.3. Movilidad.....	92
5.3.1. Recorrido peatonal	92
5.3.2. Recorrido vehicular.....	93
5.4. Escogencia del lote	94
6. Componente bioclimático	98
6.1 Objetivos	98
6.1.1 General:.....	98
6.1.2. Específicos	98
6.2. Inventario vegetal.....	99
6.2.1 Existente.....	99
6.2.2 Propuesta.....	101
6.3 Recolección de datos climáticos	104
6.3.1. Tabulación.....	104

6.4. Aplicación de herramientas de diseño.	107
6.4.1. Carta estereográfica.	107
6.4.2. Climograma de bienestar de Givonni.	108
6.5. Análisis de sombras.	109
6.6 Análisis de asoleamiento.....	109
6.7. Aplicación de estrategias.	110
6.7.1. Masa térmica.....	110
6.7.2. Enfriamiento evaporativo.....	110
6.7.3. Ventilación natural permanente	111
6.7.4 Ventilación natural nocturna.....	111
6.7.5 Ganancias internas:	112
Conclusiones	113
Referencias Bibliográficas	114
Apéndice A	119

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Matriz diagnostica</i>	14
Tabla 2 <i>Cuadro de áreas, Colegio Gloria Marshal</i>	55
Tabla 3 <i>Cuadro de áreas, colegio Roshester</i>	67
Tabla 4 <i>Resumen del análisis realizado a la comuna occidental en cuanto al equipamiento educativo.</i>	89

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1</i> Fuentes primarias y secundarias.	19
<i>Figura 2</i> Metodología	20
<i>Figura 3</i> Diagrama de una célula solar de silicio cristalino típico.....	28
<i>Figura 4</i> Células solares conectadas eléctricamente entre sí y montados en una estructura de soporte o formando un módulo fotovoltaico.....	29
<i>Figura 5</i> kit de 2400 w/d	30
<i>Figura 6</i> kit de 4800 w/d	31
<i>Figura 7</i> Cosechando la lluvia en su propia casa.	34
<i>Figura 8</i> Sistema de macrofitas.....	36
<i>Figura 9</i> Macrofitas.....	36
<i>Figura 10</i> Escuela Gloria Marshall.....	47
<i>Figura 11</i> Escuela Gloria Marshall, Instalaciones.....	49
<i>Figura 12</i> Escuela Gloria Marshall, fachada.	50
<i>Figura 13</i> Localización, Escuela Gloria Marshall	50
<i>Figura 14</i> Plano de localización Escuela Gloria Marchall.	51
<i>Figura 15</i> Esquema.	52
<i>Figura 16</i> Primera Planta.....	52
<i>Figura 17</i> Segunda Planta.....	53
<i>Figura 18</i> Corte II.	53
<i>Figura 19</i> Fachadas y Corte I.	54
<i>Figura 20</i> Composición de fachada.....	55
<i>Figura 21</i> Imagen aérea del colegio Rochester	58
<i>Figura 22</i> Entorno del Colegio Rochester.	59
<i>Figura 23</i> Zonificación planta general y Adaptada de Planta de Emplazamiento.	60
<i>Figura 24</i> Organigrama de relación espacial.....	63
<i>Figura 25</i> Planta centro acuático	64
<i>Figura 26</i> Primaria colegio Rochester.	65
<i>Figura 27</i> Edificios Bachillerato Colegio Rochester.....	66
<i>Figura 28</i> Planta general colegio Rochester, (modificado).....	71
<i>Figura 29</i> Cuadro de Áreas.....	76
<i>Figura 30</i> Continuación cuadro de Áreas	77
<i>Figura 31</i> Continuación cuadro de Áreas.....	78
<i>Figura 32</i> Continuación Cuadro de Áreas	79
<i>Figura 33</i> Organigrama general.....	80
<i>Figura 34</i> Resumen comunas.	81
<i>Figura 35</i> Resumen comuna 4.....	82
<i>Figura 36</i> Área de actividad	83
<i>Figura 37</i> Sistemas de espacio público	84
<i>Figura 38</i> Tratamiento urbano.....	85
<i>Figura 39</i> Infraestructura	86
<i>Figura 40</i> Subsistema de transporte	87

<i>Figura 41</i>	Zonificación de restricción de la ocupación	88
<i>Figura 42</i>	Plano de elaboración propia para estudio urbano.	90
<i>Figura 43</i>	Nivel educativo	91
<i>Figura 44</i>	Asistencia escolar	91
<i>Figura 45</i>	Recorrido peatonal desde el centro de la comuna hacia el lado Norte.	92
<i>Figura 46</i>	Recorrido peatonal desde el centro de la comuna hacia el lado Sur.	93
<i>Figura 47</i>	Recorrido vehicular desde el centro de la comuna hacia el lado Norte.	93
<i>Figura 48</i>	Recorrido vehicular desde el centro de la comuna hacia el lado Sur.	94
<i>Figura 49</i>	División política de la comuna 4.	96
<i>Figura 50</i>	Localización del lote seleccionado.	97
<i>Figura 51</i>	Gusanero	99
<i>Figura 52</i>	Galán de la noche.....	100
<i>Figura 53</i>	Palma roja	100
<i>Figura 54</i>	Pomarroso.	101
<i>Figura 55</i>	Gusanero.	102
<i>Figura 56</i>	Gualanday.	102
<i>Figura 57</i>	Poro-poro.	103
<i>Figura 58</i>	Macanillo.	104
<i>Figura 59</i>	Tabulación de Temperatura.	104
<i>Figura 60</i>	Temperatura	105
<i>Figura 61</i>	Tabulación Humedad Relativa.....	105
<i>Figura 62</i>	Humedad Relativa.....	106
<i>Figura 63</i>	Orientación Ideal Latitud 7°.	107
<i>Figura 64</i>	Diagrama psicométrico de Givonni.	108
<i>Figura 65</i>	Análisis de sombras.	109
<i>Figura 66</i>	Análisis de soleamiento.	109

Lista de apéndices

Apéndice A. Planimetría.....	118.
Apéndice B Ley de educación 115_94	
Apéndice C. Guía de construcción sostenible - JULIO 8 2015	
Apéndice D. RESOLUCION 0549 (10 JUL 2015) Parámetros y lineamientos	
Apéndice E. NTC 4595 - NTC 4596	
Apéndice F. POT_2014	
Apéndice G. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente	
Apéndice H. Análisis realizado por Dialnet para la revista española de pedagogía del libro	
Apéndice I. Infografía energía solar fotovoltaica	
Apéndice J. 800001c_huerto_escolar_c	
Apéndice K. LEED v4 BDC_04.05.16_current	
Apéndice L. Planos Rochester_School_Map_2014-2015	
Apéndice M. Renovables-solar-térmica	
Apéndice N. Cuadro de áreas tipologías	

Introducción

Diseño arquitectónico de un colegio, con la implementación de sistemas técnicos enfocados al manejo de los recursos hídricos y energéticos, para su aprovechamiento a través del sistema pedagógico de sostenibilidad. Para ello, dichos sistemas estarán a la disposición del plantel educativo para el desarrollo de actividades lúdico-educativas y el normal funcionamiento del edificio. Ubicado en Bucaramanga, Santander. Comuna 4 occidental.

1. Planteamiento del problema

1.1. Definición del problema

Actualmente existe una problemática mundial que enmarcan los recursos medioambientales y la vida misma, debido a la gran afección que el mal uso de éstos ha producido, se ha llegado a efectos irreversibles. Frente a esto hay que disminuir el impacto negativo de las acciones humanas, aunque hoy en día está de moda el cambio ambiental y las acciones necesarias en busca de una solución, no se ha llegado a producir un cambio de mentalidad en la mayoría de personas. Esto evidencia la necesidad de formar futuras generaciones conscientes de cuidar el único hogar que tiene el hombre.

Son diversos los factores que causan el deterioro ambiental: el libre acceso a los recursos naturales, falta de leyes radicales que penalicen las actividades industriales en contra del medio ambiente, falta de incentivos que conduzcan al sector productor a reducir los daños ambientales

derivados de su labor y el consumo, falta de educación ambiental de gran parte de la población, patrones de consumo de los grupos más ricos que se caracterizan por el uso ineficiente de los recursos naturales renovables, poca aplicación de recursos renovables para abordar los problemas como la contaminación.

Es por esto que se presenta la necesidad de una correcta formación desde los más jóvenes de la sociedad acompañada de la arquitectura que pueda presentar los espacios necesarios para dicha formación; hablando claramente de un colegio que se enfoque en la enseñanza sobre los recursos naturales y su preservación en el medio, ya que son escasas en Colombia e inexistentes en Bucaramanga, se pretende promover su multiplicación en la arquitectura y el mundo.

1.2. Justificación

El diseñar un colegio con énfasis en el manejo de recursos hídricos y energéticos, que en su infraestructura, diseño e instalaciones cuente con tecnología de punta, propone una tipología arquitectónica no presente en la ciudad e incluso mínima en el país, que promueven una arquitectura sostenible.

Este tipo de arquitectura representa además de un diseño óptimo para su funcionamiento como colegio, una implementación de sistemas de instalación que cumplan la función del manejo de recursos y el espacio para la educación sobre los mismos; lo que además se introduce a la etapa ecologista o medioambiental que se vive en la actualidad.

Es un hecho que la población mundial está viviendo las consecuencias del consumo incontrolado de los recursos naturales. Aunque existen herramientas y sistemas técnicos para mitigar estas disfuncionalidades, no se han implementado efectivamente teniendo en cuenta que la producción industrial aumenta y ya no existe el mismo control de los recursos naturales que se presentaba antes de la revolución industrial.

Ya que todas las personas directa o indirectamente han contribuido al deterioro del medio ambiente, todas tienen la obligación de su cuidado en todos los aspectos de la vida diaria. si se realiza un cuestionamiento sobre la manera de vivir del hombre y su preocupación individual, entonces se comprende que solo se tendrá éxito con una nueva imagen de pensar y de vivir, con hábitos sostenibles aprendidos desde la infancia.

Actualmente se ha dado iniciativa en una nueva tipología de enseñanza y de edificaciones escolares, las cuales se enfocan a formar y educar sobre dicha problemática. Debido a que esta tipología no se encuentra en la ciudad se plantea la necesidad en cuanto a la formación desde los más jóvenes de la sociedad, planteando así, una educación que evidencie tener y proporcionar las bases necesarias para sus estudiantes, además de dar uso a los sistemas técnicos existentes aplicados al edificio, esto durante la educación básica secundaria y media técnica, pues según el Arq. William McDonough *“son los jóvenes y niños quienes comprenden rápidamente la importancia de un cambio de la forma de vida consumista, quienes comprenden la importancia de la sustentabilidad y sostenibilidad”*, entendiendo sostenibilidad o desarrollo sustentable como se presenta en el informe conocido como *“brundtland commission: our common future, 1987, “el*

desarrollo sustentable es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”.

Tabla 1 *Matriz diagnostica*

Causa	Efecto/ síntoma	Pronóstico	Control al pronóstico
a Falta de compromiso en la implementación de una verdadera arquitectura sostenible.	Deficiencia de arquitectura sostenible, bajo los parámetros de la optimización real de recursos.	Más arquitectura de consumo y no de solución ambiental que contrarreste el impacto de la construcción.	Edificación que optimice los recursos disponibles, obteniendo soluciones eficaces a nivel económico de confort y calidad ambiental.
b Poco interés de utilizar la tecnología para la educación sobre la importancia de la optimización de los recursos para el cuidado del medio ambiente.	Falta de arquitectura consciente de la preocupación por la situación medioambiental actual.	Colegios que transmiten su despreocupación por el medio ambiente a través de su arquitectura y educación.	Plantel educativo con énfasis en el buen manejo de los recursos hídrico y eficiencia energética.
c Mínima formación sobre la correcta optimización de los recursos naturales hídricos y eléctricos.	Uso tradicional de instalaciones y un estilo de vida de alto consumo.	Enseñanza y formación orientada al alto consumo de los recursos naturales existentes.	A través del diseño arquitectónico brindar las herramientas necesarias para la educación a las generaciones jóvenes.

1.3. Justificación de la matriz diagnóstica

a. Actualmente, existen proyectos realizados o por realizar los cuales plantean una arquitectura sostenible o bioclimática, que debería cumplir con los parámetros de sostenibilidad dados por el diseño arquitectónico y su construcción; pero que no cumplen plenamente con los criterios de optimización de los recursos naturales que deberían.

Llevar a cabo estas características logra un balance económico, social, de confort y calidad ambiental superior al que vemos hoy día.

b. Las instituciones educativas en las que se hace énfasis en la enseñanza sobre la preservación medioambiental y de la reutilización de los recursos naturales son muy escasas, aún más aquellos que con su arquitectura y avances tecnológicos existentes tienen la capacidad de educar a la sociedad en general, para concientizar del propósito fundamental que debe transmitir la arquitectura como obra hecha realidad.

Es necesaria la existencia y permanencia de instituciones que se dediquen a enseñar al hombre desde su etapa educativa, ya que es en esta etapa donde se está formando carácter y cultura humana para con el medio ambiente.

c. Formar desde muy jóvenes a los ciudadanos sobre la importancia de la preservación y de cómo dar un uso adecuado a los recursos naturales es de gran importancia. Según el Arq. William McDonough son los jóvenes y niños quienes comprenden rápidamente la importancia de un cambio de la forma de vida consumista, quienes comprenden la importancia de la sustentabilidad y

sostenibilidad, mostrar lo que la arquitectura puede lograr desde su funcionamiento y cómo se implementará para la enseñanza.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Diseñar un plantel educativo de básica primaria, básica secundaria y media técnica bajo parámetros específicos que guíen a la optimización de los recursos naturales, sistemas técnicos de sostenibilidad hídrica y energética con el propósito de formar nuevas generaciones competitivas en sostenibilidad, así dar un giro en el énfasis de la pedagogía escolar.

1.4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar los conceptos de aulas y espacios dotados de tecnología avanzada para la educación en procesos de recolección y aprovechamiento de agua y energía solar como un componente complementario a la educación básica.
- Implementar sistemas técnicos sobre la eficiencia energética y los recursos hídricos para la reutilización y aprovechamiento de la misma.
- Proponer una composición formal que surja de los aprovechamientos y estrategias medioambientales y las actividades que se realicen en cada espacio.
- Establecer un programa arquitectónico que cumpla con los requerimientos particulares de cada espacio, teniendo en cuenta el énfasis del plantel en/y sus espacios repetitivos y específicos.

1.5. Límites

Temporal: Se desarrolla en un periodo de dos años que corresponden a cuatro periodos académicos en los años 2015 y 2016.

Geográfico: Se cuenta con un terreno aproximado de 6.682 m², a esto se le suma la zona de escarpa próxima a la manzana seleccionada, ubicada entre las calles 16 y 17 y carreras 11 y 12 hacia la zona noroccidental de la comuna 4.

Técnicos: Se toman en cuenta las normativas y los sistemas técnicos sobre las edificaciones escolares y sistemas técnicos hídricos y energéticos.

Social: La propuesta va dirigida a satisfacer las necesidades y actividades que los usuarios de la población seleccionada puedan tener.

1.6. Alcance

Si bien existen varias formas en las cuales se puede dar un uso adecuado y sostenible de los recursos naturales, se hará uso de las instalaciones hídricas y energéticas, además de los sistemas técnicos relacionados a estas dos fuentes naturales.

Debido a que el énfasis técnico del colegio es la correcta utilización de los recursos naturales, buscando formar una conciencia ecológica en los estudiantes, y el cómo se pueden aprovechar

estos para un estilo de vida más sostenible, las instalaciones del colegio se incorporan de tal forma que puedan ser utilizadas para la formación de los estudiantes, tomando las debidas precauciones en el diseño general de la institución y de las aulas especializadas.

La propuesta incluye los siguientes niveles de desarrollo:

La elaboración de un documento escrito y gráfico, como herramienta de estudio que contenga:

- Soporte teórico
- Soporte gráfico
- Análisis bioclimático
- Análisis de sistemas técnicos aplicados al énfasis seleccionado
- Análisis tipológico
- Análisis del sitio
- Planos arquitectónicos
- Memoria descriptiva y justificativa
- Planos estructurales
- Planos arquitectónicos
- Planos de acabados
- Planos de detalle sobre sistemas técnicos
- Maqueta de proyecto

1.7. Metodología del trabajo

Dentro de la metodología necesaria para la realización del proyecto se dan las siguientes fases requeridas:

1. Establecer métodos de desarrollo, investigación y análisis de primeras fuentes y recursos.

FUENTES PRIMARIAS		FUENTES SECUNDARIAS
Factores cualitativos	Factores cuantitativos	- Principios - Antecedentes - Especificaciones - Referentes - Conceptos - Datos - Historia - Teoría (Libros, tesis, proyectos, artículos, videos, informes técnicos, principalmente certificaciones)
Entrevista	Población - DANE	

Figura 1. Fuentes primarias y secundarias.

2. Definir el proyecto en términos de los espacios y las áreas, construidas y libres, necesarias para cumplir con los requerimientos del proyecto, según cobertura y capacidad definidas para la propuesta.

3. Definir el proyecto en términos de intervención física, localización urbana o regional, lote específico y análisis de éste en lo referente a dimensiones, topografía, morfología, entorno físico, incidencia de los fenómenos naturales, normas urbanas y de construcción.

4. Definir el proyecto en términos bioclimáticos a partir de la investigación, estudio y aplicación de acuerdo a la recolección de datos, y estudio de formas, materialidad e implantación.

5. Definir el proyecto en términos de diseño de módulo, composición geométrica, zonificación, plasmando los puntos anteriormente mencionados en el edificio educativo.

6. Definir el proyecto en términos de diseño urbano, técnico y funcional de acuerdo a los parámetros establecidos con anterioridad según el proceso.



Figura 2 Metodología

2. Marco referencial

2.1. Marco legal

La delimitación legal usada para el plantel educativo está compuesta por las siguientes leyes, normativas técnicas, decretos y guías técnicas:

Ley 115 del 8 de febrero de 1994, en la cual se expide la ley general de educación en Colombia. A esta se le han realizado modificaciones en los años 1995, 1997, 2001.

El congreso de Colombia decreta las disposiciones preliminares, la estructura de servicio educativo, modalidades de atención educativa a poblaciones, los educadores, establecimientos educativos, dirección, administración, inspección, y vigilancia, financiación de la educación, normas especiales para la educación impartida por particulares, las disposiciones varias, y sus respectivas subdivisiones.

Artículo 1o. La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes (ley de educación 115_94).

Artículo 5o. Fines de la educación. De conformidad con el artículo 67 de la constitución política, la educación se desarrollará atendiendo a los siguientes fines:

1. El pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos.
2. La formación en el respeto a la vida y a los demás derechos humanos, a la paz, a los principios democráticos, de convivencia, pluralismo, justicia, solidaridad y equidad, así como en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad.
3. La formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la nación.
4. La formación en el respeto a la autoridad legítima y a la ley, a la cultura nacional, a la historia colombiana y a los símbolos patrios.
5. La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber.
6. El estudio y la comprensión crítica de la cultura nacional y de la diversidad étnica y cultural del país, como fundamento de la unidad nacional y de su identidad.
7. El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones.
8. La creación y fomento de una conciencia de la soberanía nacional y para la práctica de la solidaridad y la integración con el mundo, en especial con Latinoamérica y el caribe.
9. El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.

10. La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la nación.

11. La formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social.

12. La formación para la promoción y preservación de la salud y la higiene, la prevención integral de problemas socialmente relevantes, la educación física, la recreación, el deporte y la utilización adecuada del tiempo libre, y

13. La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo. (ley de educación 115_94). (ver anexo A)

(Congreso de Colombia, 1994)

Resolución 0549 (10 jul 2015) Parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones:

“por la cual se reglamenta el capítulo 1 del título 7 de la parte 2, del libro 2 del decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones”(ver anexo B) (Camacol, 15 de julio 2015).

Norma técnica colombiana, NTC 4595: Ingeniería y arquitectura, planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares:

Esta norma establece los requisitos para el planteamiento y diseño físico-espacial de nuevas instalaciones escolares, orientado a mejorar la calidad del servicio educativo, es decir, que esté directamente relacionado con el mejoramiento de las prácticas pedagógico, de la organización escolar y de las condiciones ambientales de sus instalaciones. En relación con las condiciones ambientales, es de gran importancia el componente de la arquitectura escolar, pensada, asumida y desarrollada en concordancia con la calidad pedagógica.

Esta norma abarca aquellas instalaciones y ambientes que son generados por procesos educativos que se llevan a cabo de manera intencional y sistemática. Además, el desarrollo de la norma acoge, en el tema educativo, las disposiciones de la ley 115 de 1994 (ley general de educación) y en materia de arquitectura y medio ambiente construido, los temas de accesibilidad, seguridad y comodidad, desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental, para generar así instalaciones con bajos costos de funcionamiento y mínimo deterioro del ambiente. (ver anexo D) (Ministerio de Educación Nacional, 2006)

Norma técnica colombiana, NTC 4596: Señalización para instalaciones y ambientes escolares:

Esta norma establece los requisitos para diseñar y desarrollar un sistema integral de señalización en las instituciones educativas que contribuya a la seguridad y fácil orientación de los usuarios dentro de estas.

Además de la educación tradicional, el ministerio de educación nacional cuenta con un portafolio de modelos educativos, los cuales están diseñados con estrategias escolarizadas y

semiescolarizadas, procesos convencionales y no convencionales de aprendizaje, metodologías flexibles, diseño de módulos con intencionalidad didáctica, y articulación de recursos pedagógicos que por medio de la formación de docentes y el compromiso comunitario, fortalecen el ingreso y la retención de esta población en el sistema.

Los modelos se han adaptado pedagógica y curricularmente para la prestación del servicio educativo según los contextos específicos. Estos modelos se sustentan conceptualmente en las características y necesidades presentadas por la población y se apoyan en tecnologías y materiales educativos propios. (Ministerio de Educación Nacional, 2006) (ver anexo D).

Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga segunda generación 2013-2027, POT:

Para todos los efectos legales y de conformidad con el acuerdo 011 del 21 de mayo de 2014 “por el cual se adopta el plan de ordenamiento territorial de segunda generación del municipio de Bucaramanga 2014 – 2027”, aunque el proceso de consolidación de los documentos técnicos, la cartografía y el proyecto de acuerdo, así como las instancias de consulta democrática y concertación se desarrollaron durante el año 2013, se aclara que la vigencia del POT inicia en el año 2014 una vez publicado.(ver anexo E) (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

NSR 10, reglamento colombiano de construcción sismo resistente:

comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (creada por la ley 400 de 1997). (ver anexo F) (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 1997)

2.2. Marco teórico

Parte del significado de colegio y su carácter funcional a la sociedad sumada a la educación analizada y organizada por la pedagogía, que es vista desde la metodología misma. Este tipo de relación arquitectura-pedagogía es objeto de investigación mucho antes de la modernidad y en la actualidad se añaden a ello unos cuantos conceptos más, que pretenden mejorar la calidad arquitectónica del edificio como institución educativa. En este proyecto se propone el concepto ambiental desde su perspectiva educacional; enfatizando en el uso técnico, eficiente de la energía y los recursos hídricos como tipología para la sostenibilidad desde la educación.

Desde la definición de colegio como una comunidad de personas que habitan un espacio arquitectónico especializado para la enseñanza y educación cognitiva, se van añadiendo diferentes conceptos nuevos, los cuales se han complementado con avances tecnológicos a medida que avanza la historia. Como lo es la pedagogía, encargada del estudio de la enseñanza. De esta manera, para la arquitectura, la pedagogía genera sus diferentes variables para hacer de la enseñanza y el aprendizaje el hábitat escolar, y se encarga de transformar y mejorar esas instancias para generar un diálogo perfecto entre los usuarios: estudiantes y maestros. El diálogo entre pedagogía y arquitectura constituye un hecho específico de la concepción del hábitat escolar, y de cómo se manifiestan las diferentes dinámicas promulgadas por los que enseñan y por los que aprenden. La pedagogía considera a la arquitectura, sus espacios y los objetos con los que la adaptamos a nuestras actividades, como una «forma tácita de enseñanza» (según expresión de m. laeng).

A esto se añaden el medio ambiente como un concepto que está directamente relacionado con la arquitectura y la educación por el hecho de ser un elemento clave en la vida cotidiana, así que

es lo más coherente establecer un diálogo estrecho entre la arquitectura bioclimática y la educación, pretendiendo una arquitectura que eduque a través de la bioclimática, la cual se entiende como todo aquello relacionado con el clima y los organismos vivos, su disposición en el espacio: que trata de aprovechar las condiciones medioambientales en beneficio de los usuarios. Automáticamente traduce a una definición arquitectónica. así que al hablar de arquitectura bioclimática se habla directamente del sol, orientación, ubicación geográfica, altitud y latitud, el clima, condiciones medioambientales y aprovechamiento de las mismas, técnicas naturales o artificiales de iluminación, ventilación; conductividad térmica de materiales por enumerar algunas.

Sin más, entendiendo que la relación entre la arquitectura y la pedagogía está dada por la función que posibilita la pedagogía y su desarrollo metodológico en el medio ambiente generado por la arquitectura y el tecnicismo de la pedagogía con el adecuado desarrollo de su metodología en el espacio, debido a la racionalidad, funcionalidad y sociabilidad que lo caracteriza. Es aquí donde se crea el concepto de arquitectura escolar como un modelo pedagógico, que se traduce en una política educativa que, de manera transparente, constituye la base conceptual de la proyección del espacio escolar dentro de un espacio natural para educar. (ver anexo G)

2.3. Marco conceptual

Captación de energía solar fotovoltaica: La energía fotovoltaica es la conversión directa de luz en electricidad a nivel atómico. Algunos materiales presentan una propiedad conocida como el

efecto fotoeléctrico que hace para absorber fotones de luz y liberar electrones. Cuando se capturan estos electrones libres, una corriente eléctrica resulta que se pueden utilizar como la electricidad.

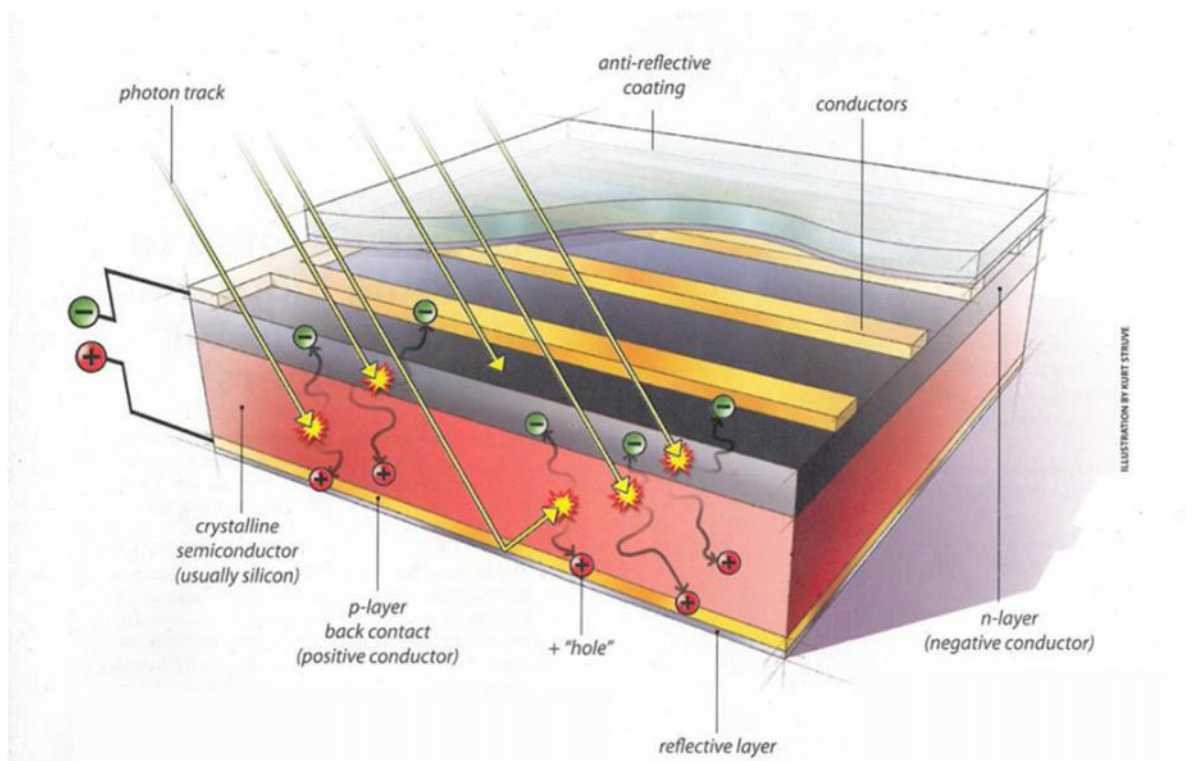


Figura 3 Diagrama de una célula solar de silicio cristalino típico

Tomado de: (Seia)

El diagrama anterior ilustra el funcionamiento de una célula fotovoltaica de base, también llamado una célula solar. Las células solares están hechas de los mismos tipos de materiales semiconductores, como el silicio, utilizados en la industria de la microelectrónica. Para las células solares, una oblea semiconductor delgada está especialmente tratada para formar un campo eléctrico positivo en un lado y negativo en el otro. Cuando la energía de la luz incide en la célula solar, los electrones son golpeados y sacados de los átomos en el material semiconductor. Si los conductores eléctricos están unidos a los lados positivo y negativo, formando un circuito eléctrico,

los electrones pueden ser capturados en la forma de una corriente eléctrica - es decir, de la electricidad. Esta electricidad puede entonces ser utilizada para alimentar una carga, tal como una luz o una herramienta.

Un número de células solares conectadas eléctricamente entre sí y montados en una estructura de soporte o marco se llama un módulo fotovoltaico. Los módulos están diseñados para suministrar electricidad a un cierto voltaje, tal como un sistema de 12 voltios común. La corriente producida depende directamente de la cantidad de luz llega hasta el módulo.

Varios módulos pueden ser conectados entre sí para formar una matriz. En general, cuanto mayor es el área de un módulo o una matriz, más electricidad que será producido. Los módulos fotovoltaicos y matrices producen electricidad de corriente continua (dc). Se pueden conectar en ambas series y arreglos eléctricos paralelos para producir cualquier voltaje requerido y la combinación actual.

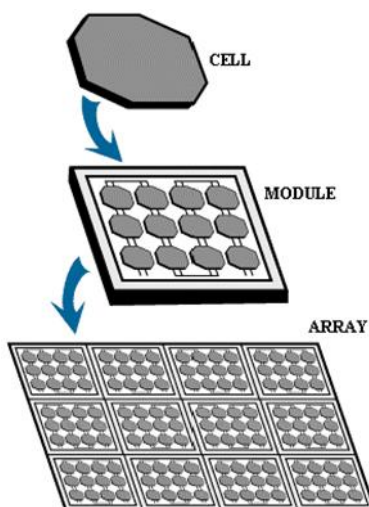


Figura 4 Células solares conectadas eléctricamente entre sí y montados en una estructura de soporte o formando un módulo fotovoltaico

Tomado de: (National Aeronautics and Space Administration)

Diagramas de la instalación:*Figura 5 kit de 2400 w/d*

Tomado de: (Solostocks, 2016)

- Con inversores de onda senoidal pura. para alumbrado, televisión, frigorífico, ordenador y otros usos domésticos con un consumo de 4800w/d los fines de semana en invierno y todos los días en verano:

- 4 paneles solares fotovoltaicos de 125 wp, 12v (4 módulos ó 4 placas)
- 1 regulador maximizador de 40a
- 6 baterías de 2v, 620 ah
- 1 inversor de 12v/1600w/230v
- Esquema de instalación solar fotovoltaica



Figura 6 kit de 4800 w/d

Tomado de: (Solostocks, 2016)

- 6 paneles solares fotovoltaicos de 280 wp (6 módulos ó 6 placas)
- 1 regulador maximizador de 40a/60a
- 12 baterías de 2v, 1101 ah
- 1 inversor con cargador 24v/3000/70-16/230v
- Esquema de instalación solar fotovoltaica (Tumblr , 2010)

Ventajas de la energía solar:

- Como procede de una fuente de energía renovable, sus recursos son ilimitados.
- Su producción no genera ninguna emisión, o sea, es una energía respetuosa con el medio entorno.
- Los costos de operación son bajos.

- El mantenimiento es fácil y de bajo costo.
- Los módulos tienen un periodo de vida de hasta veinte años.
- No solamente se puede integrar en las estructuras de construcciones nuevas, sino más bien asimismo en las existentes.
- Se pueden hacer módulos de todos y cada uno de los tamaños.
- El transporte de todo el material es práctico (con esto se hace referencia a que, a diferencia por servirnos de un ejemplo de la energía eólica, donde el transporte del material es complejo debido al tamaño, el material que se usa en la energía fotovoltaica es de transporte más fácil).
- El costo reduce conforme la tecnología va avanzando.
- Es un sistema de aprovechamiento de energía ideal para zonas donde no llega la electricidad.
- Los paneles fotovoltaicos son limpios y sigilosos, de forma que pueden instalarse en prácticamente cualquier parte sin provocar ninguna molestia.

Desventajas de la energía solar:

- Los costos de instalación son altos con lo que requiere de una enorme inversión inicial.
- Los lugares donde hay mayor radiación solar, son lugares yermos y distanciados de las urbes.
- Para recoger energía solar a gran escala se requieren grandes extensiones de terreno.
- En lo que se refiere a la tecnología actual, hay falta de elementos “almacenadores” de energía económicos y fiables.
- Es una fuente de energía difusa, la luz solar es una energía parcialmente de baja densidad.
- Tiene ciertas restricciones respecto al consumo puesto que no puede usarse más energía de la amontonada en periodos en donde no haya sol. (ver anexo h) (ovacen)

Captación de aguas lluvias: La recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, generalmente el tejado o azotea, y almacenarla en un depósito.

Después el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable.

Es bien sabido que el agua es un recurso natural cada vez más importante y escaso en nuestro entorno. Gracias a la instalación de un sistema de recuperación de agua de lluvia, se puede ahorrar fácilmente hasta un 50% del consumo de agua potable en una edificación. El agua de lluvia, a pesar de no ser potable, posee una gran calidad, ya que contiene una concentración muy baja de contaminantes, dada su nula manipulación. El agua pluvial es perfectamente utilizable para muchos usos en los que puede sustituir al agua potable, como en lavadoras, lavavajillas, sanitarios y riego, todo ello con una instalación sencilla y rápidamente amortizable.

El sistema de captación de agua de lluvia consta de cinco pasos: se escoge una sección o todo el techo de la edificación. La zona debe estar limpia y despejada. El agua corre por captadores o canaletas hacia un módulo, que contiene un primer filtro el cual elimina las hojas y otras basuras grandes que pueda llevar el agua.

Después, pasa a un segundo filtro, que intercepta la parte más contaminada del agua y envía sólo aquella más limpia a la cisterna, a través de un reductor de turbulencia, el cual evita que el

líquido levante los sedimentos que están en el fondo de la cisterna, éste es el paso tres. La pichancha flotante es la cuarta etapa del sistema y a través de ésta se hace uso del agua más limpia.

En el quinto paso, la bomba de la cisterna envía el agua hacia un filtro que elimina sedimentos y otro más de carbón activado que quita otros químicos. El agua pasa finalmente al tinaco, desde donde se distribuye en el edificio para riego, limpieza, baños, regaderas y lavabos. El agua captada por este sistema no es apta para beber.



Figura 7 Cosechando la lluvia en su propia casa.

Tomado de: (El Economista, 2013)

Ventajas de la captación de aguas lluvias:

- Ahorro evidente y creciente en la factura del agua. Puede suponer un 80% del total de agua demandada, por ejemplo, de una vivienda.
- Uso de un recurso gratuito y ecológico.
- Contribución a la sostenibilidad y protección del medio ambiente
- Disponer de agua en periodos cada vez más frecuentes de restricciones y prohibiciones
- Una buena instalación de recogida de agua es sencilla y, por tanto, existen riesgos mínimos de averías y apenas requiere de mantenimiento.
- Aprovechar el agua pluvial tiene otras ventajas a la hora de lavar ropa; al ser el agua de lluvia mucho más blanda que la del grifo, se está ahorrando hasta un 50% de detergente.
- Mitigan el efecto erosionador de las avenidas de aguas por la actividad pluvial. (Ecocosas, 2011)

Filtros de macrófitas en rotación FMF: Este sistema combina las ventajas de los humedales de flujo libre superficial y de los sistemas acuáticos. Su principal particularidad es el uso de macrófitas emergentes como macrófitas flotantes, las cuales están soportadas en una estructura flotante que permite el entrelazado de sus raíces y órganos sumergidos, formando un tapiz filtrante que está permanentemente bañado por el agua residual. Los mecanismos de remoción brindados por la vegetación son más eficientes, conservando proceso similar que se dan en un FWS; el flujo del agua corre superficialmente en estanques debidamente aislados.

De acuerdo con los procesos que tienen lugar para la depuración de contaminantes con macrófitas flotantes se dan a través de tres mecanismos primarios:

- Filtración y sedimentación de sólidos.

- Incorporación de nutrientes en plantas y su posterior cosechado.
- Degradación de la materia orgánica por un conjunto de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas; y en los detritos del fondo de la laguna, dependiendo del diseño.

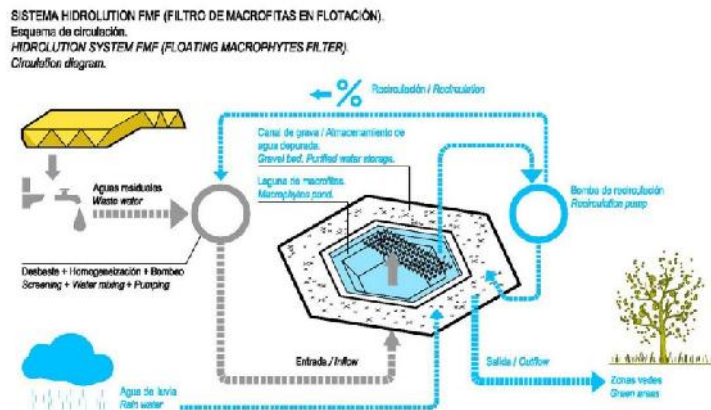


Figura 8 Sistema de macrofita

Tomado de: (eafit.edu.co)

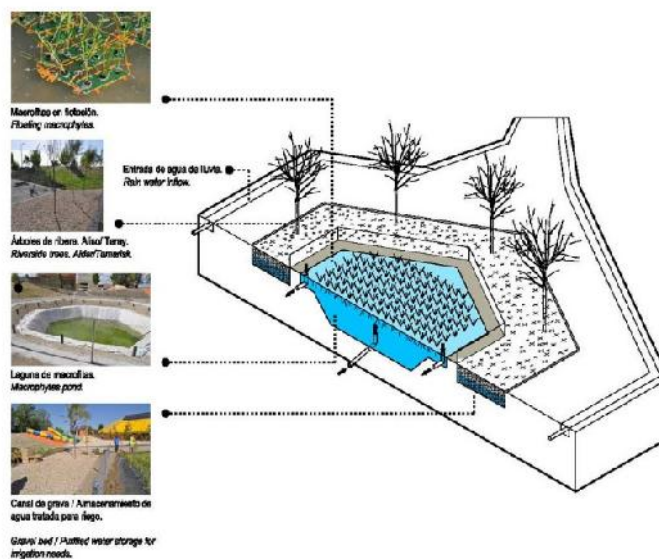


Figura 9 Macrofitas

Tomado de: (eafit.edu.co)

El huerto escolar y la educación ambiental: El huerto escolar (incluyendo en este término no sólo actividades de huerto, sino también de jardinería, vivero de árboles, parque botánico, etc.) es un excelente recurso para convertir los centros educativos en lugares que posibiliten a un estudiante mayoritariamente urbano, múltiples experiencias acerca de su entorno natural y rural, entender las relaciones y dependencias que tenemos con él, y poner en práctica actitudes y hábitos de cuidado y responsabilidad medioambiental; experiencias interesantes para el desarrollo de las capacidades fundamentales en educación ambiental.

El trabajo en el huerto escolar facilita el desarrollo de una práctica educativa acorde con los fines, los objetivos y contenidos de la educación ambiental, que implica la conjunción de tres dimensiones:

- **Educar en** el medio: investigando y trabajando directamente en el medio, relacionando los problemas que afectan a ese entorno cercano con problemáticas más globales.
- **Educar sobre** el medio: el huerto es un sistema ecológico, que como tal habrá de ser investigado en su conjunto, teniendo en cuenta los elementos que lo conforman, las interacciones que se dan entre ellos, los cambios que sufre, su organización, y las interdependencias que tiene con respecto a otros sistemas.
- **Educar a favor** del medio: impulsando una serie de valores y actitudes necesarios para un cambio hacia comportamientos más respetuosos con el medio ambiente.

Cuando se piensa en el trabajo del huerto escolar, se piensa en una manera determinada de gestionar ese medio, en un ambiente equilibrado, en usos no perjudiciales para la tierra, en la

diversificación y protección de cultivos, en la conservación de aguas y suelos, en definitiva, se piensa en un tipo de agricultura respetuosa con el medio ambiente.

En cuanto a la relaciones que se pueden establecer entre los objetivos de la educación ambiental con los objetivos didácticos para el trabajo en el huerto escolar. Se señalan los siguientes:

- Desarrollar la sensibilización ante distintas problemáticas ambientales. A medida que se vaya avanzando en el trabajo en el huerto, los estudiantes irán observando los cambios que sufre el medio como consecuencia de nuestra intervención en él. Buscar la relación entre una intervención concreta y un resultado será fácil, se experimenta en el propio terreno y las consecuencias de las distintas intervenciones que harán llegar a tratar temas y problemáticas más generales como tipos de explotación agrícola, agotamiento de los recursos como el agua o el suelo, contaminación ligada a la agricultura, recursos alimenticios, calidad de vida, etc.
- Adquirir conciencia sobre la incidencia de nuestras actividades sobre el equilibrio del medio, valorando con opiniones propias los cambios e impactos que causa el ser humano. **Los estudiantes podrán comprobar y comprender la necesidad de buscar modos de uso sostenible de los recursos, de la importancia de preservar la biodiversidad, y de actuar de manera responsable y respetuosa con respecto al medio natural.**
- Progresar en la comprensión de forma cada vez más compleja de conceptos básicos para entender el funcionamiento del medio. El huerto es un sistema ecológico que vive constantes interacciones con los sistemas sociales en forma de tecnología, cultura, economía, política, etc. la actividad constante y bien organizada en el huerto acercará a los estudiantes poco a poco a la idea de socio–ecosistema, favoreciendo el estudio de las interacciones entre los elementos (suelo,

vegetación, clima, técnicas, etc.), así como relaciones e interdependencias entre los dos sistemas (técnicas, ofertas y demandas sociales, etc.).

- Trabajar valores y actitudes como la convivencia, la autonomía, la solidaridad, el trabajo cooperativo. En la puesta en marcha y en el trabajo en el huerto con los estudiantes se desarrollan actitudes positivas hacia el consumo responsable, al abordar temas de otras líneas transversales como el consumo y el desarrollo, poner en conexión la decadencia ambiental y la injusticia social y evidenciar que solamente unos pocos pueden disfrutar las ventajas de una “buena alimentación” mientras otros sufren hambre o desnutrición. También por medio del trabajo en grupo y de la autonomía organizativa se potencia el diálogo y la necesaria cooperación para una tarea colectiva.

- Establecer lazos afectivos con el medio, desarrollando la capacidad de disfrutar del entorno, compatibilizando ese disfrute con la conservación y mantenimiento de equilibrio en los diferentes usos. - desarrollar capacidades de planificación, resolución de problemas, prevención de consecuencias, aplicando en su actividad procedimientos diversos. La tarea de organizar y poner en marcha un huerto escolar, exigirá un trabajo de organización, de toma de decisiones, de búsqueda de soluciones para problemas que vayan surgiendo, de manera que en muchas ocasiones se tendrá que recurrir a distintos procedimientos y métodos para hacer frente a las situaciones más o menos dificultosas que vayan surgiendo.

- Fomentar la iniciativa y responsabilidad, el trabajo en equipo y las relaciones con las personas del entorno cercano. Este trabajo supondrá muchas veces tener que afrontar dudas y tener que recurrir a personas que sepan más que nosotros/as del tema (agricultores/as, especialistas, etc.).

Además de la consecución de estos objetivos el trabajo del huerto escolar será una herramienta útil para llegar a trabajar contenidos básicos de la educación ambiental y para la comprensión del funcionamiento de los sistemas:

- El huerto escolar es un sistema formado por una diversidad de elementos abióticos como el suelo, la temperatura, humedad, o bien bióticos como la variedad de seres vivos que podemos encontrar en él, y las relaciones e interacciones que se dan entre los distintos elementos y que serán las que determinen, por ejemplo, el tipo de cultivos que se pueden trabajar en cada espacio.

- El cambio es una propiedad común a los sistemas naturales. Como todo sistema la huerta es un sistema abierto en el que se producen intercambios de materia y energía con su ambiente. Todo lo que está vivo evoluciona, bien por su propia organización, bien por otro tipo de cambios externos. En el huerto muchos de los cambios que se producen son los derivados de la intervención humana. (ver anexo I) (Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente..., 1998)

LEED, U.S. Green Building Council

En el Centro de Escuelas Verdes en el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos “Center for Green Schools at the U.S. Green Building Council”, se cree que todo el mundo, desde el jardín de niños se debe tener la capacidad de aprender en una escuela verde, desde los laboratorios y su entorno natural.

Las escuelas verdes reducen el impacto ambiental de los edificios y los jardines, tienen un efecto positivo sobre la salud de estudiantes y profesores, y aumentan el conocimiento del medio ambiente entre los estudiantes y graduados. Estas tres áreas de impacto son la base del trabajo LEED, se conectan con las escuelas y campus para lograr la visión idónea de escuelas verdes para todos dentro de esta generación. Trabajan directamente con los profesores, estudiantes,

administradores, oficiales electos y comunidades, han creado programas, recursos y asociaciones que transforman todas las escuelas en entornos de aprendizaje saludables.

LEED fue desarrollado para hacer frente a todos los edificios de todo el mundo, independientemente de dónde se encuentren en su ciclo de vida. Para la tipología estudiada en el presente trabajo aplica la Guía de diseño del edificio + construcción “v4 LEED”, aplica a los edificios que están siendo construidas o pasando por una renovación importante: nueva construcción, escuelas, al por menor, salud, centros de datos, hospitalidad, almacenes y centros de distribución.

La aplicación de esta tiene en cuenta:

La eficiencia del agua, reducir el consumo de agua en el exterior a través de una de las opciones dadas en la guía (Ver anexo J págs. 51 a 62). Superficies sin vegetación, tales como pavimento permeable o impermeable, debe ser excluida de los cálculos del área del paisaje. Campos de juego (si vegetaban) y los jardines de alimentos pueden ser incluidos o excluidos en el proyecto de equipo de discreción.

EA Requisito: Rendimiento mínimo de energía, Para reducir los daños ambientales y económicos de uso excesivo de energía mediante la consecución de un nivel mínimo de la eficiencia energética para el edificio y sus sistemas. (Ver anexo J págs. 66 a 85).

Medidas de ahorro sostenible de la energía y el agua

Energía – Medidas pasivas: Las medidas de ahorro de energía pasivas son aquellas que se incorporan en el diseño arquitectónico de las edificaciones y propenden por el aprovechamiento de las condiciones ambientales del entorno, maximizando las fuentes de control térmico, ventilación y reducción energética naturales para crear condiciones de confort para sus ocupantes. Estas no involucran sistemas mecánicos o eléctricos.

Hay pocas estrategias que puedan ser usadas en Colombia para reducir la dependencia de medios activos de energía. Están divididos en tres grupos principales: Iluminación: Luz de día, reduce el consumo de energía debido a la iluminación. Si se usa bien también puede reducir la carga de enfriamiento de la edificación. Envolvente: Los diseños deben apuntar a aumentar la resistencia de la envolvente a las condiciones externas (temperatura y humedad). Esto se puede lograr balanceando las áreas opacas y vidriadas, aumentando los niveles de aislamiento y reduciendo el área de fachada, reduciendo infiltración, aumentando la masa térmica y el control solar, y creando zonas de absorción. Ventilación: Esto incluye ventilación cruzada y cantidad de ventilación para enfriamiento pasivo.

Relación Ventana Pared: La ventana y otras áreas de vidriado (incluyendo divisiones y marcos) divididos por el área del muro bruto exterior es llamado Relación de ventana a pared (RVP). Las ventanas generalmente transmiten calor a la edificación en una proporción más alta que los muros. De esta manera, una edificación con RVP más alta ganará más calor que una edificación con una RVP más baja.

Las ventanas son usualmente la junta más débil en el envolvente de la edificación ya que el vidrio tiene mucha menor resistencia al flujo de calor que otros materiales de construcción. El calor fluye a través de un vidrio transparente 10 veces más rápido de lo que lo hace a través de un muro bien aislado. Mientras las áreas vidriadas son deseables para admitir la radiación solar en climas fríos durante el día, las ventanas en climas cálidos pueden aumentar significativamente las cargas de enfriamiento de los edificios.

Protección Solar: Elementos de Protección Solar y Vidrios de Control Solar: La protección solar de un edificio puede ser obtenida mediante elementos de protección solar exteriores/interiores o utilizando vidrios de protección solar que permitan evitar la entrada de la radiación solar al interior de la edificación. El control solar está diseñado para bloquear la radiación solar cuando es necesario (exceso de periodo de calor).

Vidrios de Protección Solar: Los vidrios de protección solar se caracterizan por sus propiedades físicas que permiten reflejar parte de la radiación solar incidente. El coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC por sus siglas en inglés) es una fracción del incidente de radiación solar (para todo el espectro) que pasa a través del conjunto completo de una ventana, incluyendo el marco en un ángulo específico. (Rango 0-0.85). Mejoras sustanciales en el desempeño del vidriado se esperan de nuevos materiales y técnicas. La ganancia de calor solar se considera diferente para superficies transparentes u opacas. El incidente de irradiación global en la superficie (W/m^2) se debe conocer en ambos casos.

Energía – Medidas activas: Las medidas activas comprenden el uso de sistemas mecánicos y/o eléctricos para crear condiciones de confort al interior de las edificaciones, tales como calderas y aire acondicionado, ventilación mecánica, iluminación eléctrica, entre otras.

Iluminación: La iluminación contribuye significativamente al consumo de energía y al pico de demanda para todos los tipos de edificaciones. Como tal, las tecnologías y accesorios para el uso eficiente de la energía de iluminación ayudan a reducir la demanda del consumo de energía.

La tecnología de energía eficiente de iluminación mejora la iluminación interna mientras reduce las cargas de electricidad con costos mínimos y cortos periodos de retorno de inversión.

Luz Día y Control de Luz Día: Hay momentos en los que los usuarios de una edificación continúan prendiendo las luces a pesar de tener luz de día adecuada. Los controladores fotoeléctricos detectan la cantidad de luz día disponible dentro del edificio y apagan las luces si es necesario lo que es conocido por mejorar la eficiencia energética de las edificaciones. Este tipo de sensores están ubicados en el perímetro de una habitación cerca de una ventana/área vidriada. Estos sensores monitorearán los niveles de luz día y apagarán automáticamente los accesorios de luz artificial del perímetro durante los momentos con niveles suficientes de luz día. Esta medida resulta en ahorro de electricidad significativo.

Iluminación de Energía Eficiente: La iluminación de energía eficiente es aquella que tiene una mayor densidad de potencia de luz (LPD por sus siglas en inglés). La LPD es el total de potencia eléctrica usada por las luces instaladas en la edificación dividido por el área total del

edificio. Para un nivel de iluminación dado, entre más bajo el LPD más eficiente es la edificación. Es directamente dependiente del uso de lámparas de energía eficiente.

Agua Caliente Solar: Los sistemas de agua caliente solar (SHW por sus siglas en inglés) están diseñados para entregar agua caliente la mayor parte del año usando ganancias solares. Las calderas de agua es uno de los lugares con mayor energía para edificaciones tales como vivienda, hospitales, hoteles, escuelas, etc. El calentamiento solar de agua usa energía solar renovable la cual es abundante y disponible gratuitamente como fuente para calentar el agua para la demanda de las edificaciones. Los avances en la ciencia de tecnologías de energía solar han hecho del sistema de calentamiento solar de agua la opción más popular y sostenible. La demanda de agua caliente de las edificaciones como hoteles, hospitales y edificaciones de viviendas, especialmente en climas fríos es muy alta. Instalar calentadores solares de agua puede reducir el consumo de energía entre 5% y 25%. (ver anexo L)

Agua: Las medidas de eficiencia en el uso del agua son aquellas estrategias destinadas a reducir el consumo de agua potable en las edificaciones.

Estrategias de uso eficiente de agua o / Principios básicos de reducción del uso del agua:

Conservación del agua:

- Reducción de insumos: Reducir el consumo de agua en la fuente usando aparatos eficientes de agua
- Manejo de producción: Tratamiento, reciclaje de aguas residuales y reutilización eficiente de agua STP tratada.

Accesorios de Conservación de Agua: El uso de accesorios de eficiencia de agua resulta en bajo consumo de agua. Los accesorios de conservación de agua están disponibles fácilmente en el mercado que provea la misma función usando menos agua. Accesorios eficientes de agua incluyen aireadores y urinarios duales de descarga de agua. Una combinación apropiada de estos accesorios puede reducir el consumo de agua entre un 10% y un 42% dependiendo del tipo de edificación.

Tratamiento de Aguas Residuales y Reciclaje de Agua: Cerca del 85% del agua fresca fue en aguas residuales. Si se tratan, estas aguas pueden convertirse en agua reutilizable de nuevo para actividades como la descarga del inodoro y el agua de riego de jardines. Un sistema de tubería doble debe planearse en la etapa temprana de diseño para transportar el agua de lluvia captada, acumulada y tratada para descarga de sanitarios y para zonas de limpieza (zonas comunes).

Recolección de Aguas Lluvias y Reutilización: Las aguas lluvias son una de las fuentes más puras de agua. Si se captura y se trata bien esto puede reducir los requerimientos de agua potable de todas las actividades. A escala de edificación podemos recolectar directamente las aguas lluvias de los techos para ser almacenadas en un tanque de almacenamiento de agua en tierra, que puede utilizarse para actividades domésticas como lavar, limpiar, descargar el inodoro e irrigación de jardines. Resultando en una reducción significativa del consumo de agua fresca de la edificación entera. (Camacol, julio 8 de 2015).

3. Análisis tipológico

3.1. Tipología internacional

Escuela Gloria Marshall.

Arquitectos: SHW Group

Ubicación: Spring, TX, USA

Equipo diseño: Mark Lam, AIA LEED AP; Tracy Eich, AIA LEED AP; Luis Ayala, intl. assoc. AIA LEED AP, Jody Henry, LEED AP; Eddie Blanco, AIA; Amanda Erb, IIDA LEED AP; Ananta Patel

Área: 9791.0 m²

Año Proyecto: 2010

Ingeniería estructural: SHW Group

Ingeniero MEP: CMTA Engineering

Ingeniero civil: LJA Engineering & Surveying

Ingeniero del paisaje: LJA Engineering & Surveying



Figura 10 Escuela Gloria Marshall.

Tomado de: (Archdaily, 2011)

Cuando los arquitectos y el distrito escolar de definieron las metas de este proyecto, el diseño se concentró en iluminación natural y el uso eficiente de energía y agua. Esto llevo a una escuela sostenible, diseñada como una herramienta de aprendizaje que educará generaciones de estudiantes acerca de la importancia y el ejemplo del uso responsable de los recursos.

La escuela fue diseñada para conseguir la certificación LEED Gold y ya ha sido aceptada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA Environmental Protection Agency) para recibir la certificación ENERGY STAR gracias a su eficiente diseño energético.

El edificio también es la primera escuela en Houston que usa un sistema de aire acondicionado geotermal que se espera ahorre al menos 25% de energía usando como base el código de consumo de energía actual.

La escuela es un edificio de planta rectangular en dos pisos que tiene sus lados más largos orientados norte-sur. Cada aula en el edificio recibe luz natural pero las que están orientadas al sur pueden funcionar sin uso alguno de iluminación eléctrica el 75% del tiempo. Cada aula tiene un sensor que enciende o apaga las luces de acuerdo al grado de iluminación natural recibida.

Antes de que la escuela comenzara a operar, el distrito de trabajo con Cambridge Strategic Services diseñando un curriculum de enseñanza específico para esta escuela, basado en proyectos, donde el edificio y sus características sostenibles son usados como elementos de enseñanza. Por ejemplo, para ingresar al edificio se pasa por el jardín de las ciencias, el cual contiene un estanque

bio-ecológico, un tanque recolector de aguas de lluvias y una batea de hormigón para ser usada en proyectos científicos variados.

Estos elementos son usados para enseñar a los niños conceptos reales de matemáticas y ciencias integrados a las actividades de enseñanzas diarias. Debajo del estacionamiento y campo de juegos se encuentra el sistema geotermal, que consiste en una serie de cañerías de agua que extraen agua caliente del sistema de aire acondicionado y en un diagrama de serpentina es enfriado a cien metros bajo tierra e reintroducido al edificio una vez enfriado. El proceso se reversa en invierno. A través de una página web los estudiantes analizan datos como la temperatura del agua en el campo geotermal, la cantidad de agua colectada en las lluvias y energía ahorrada en las aulas.



Figura 11 Escuela Gloria Marshall, Instalaciones.

Tomado de: (Archdaily, 2011)



Figura 12 Escuela Gloria Marshall, fachada.

Tomado de: (Archdaily, 2011)

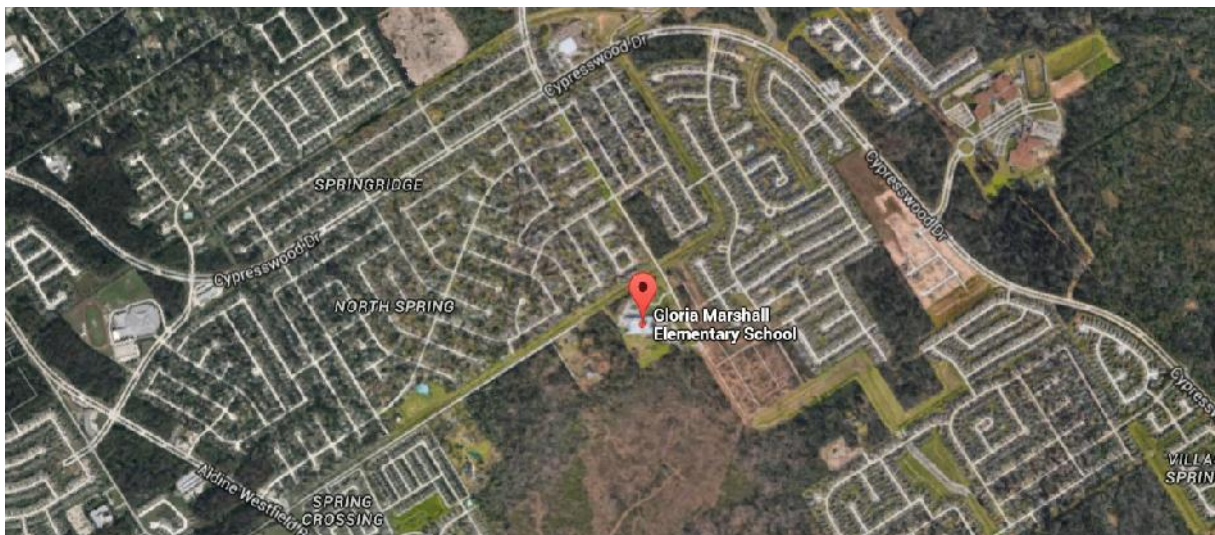


Figura 13 Localización, Escuela Gloria Marshall

Tomado de google maps. Spring, TX, USA.

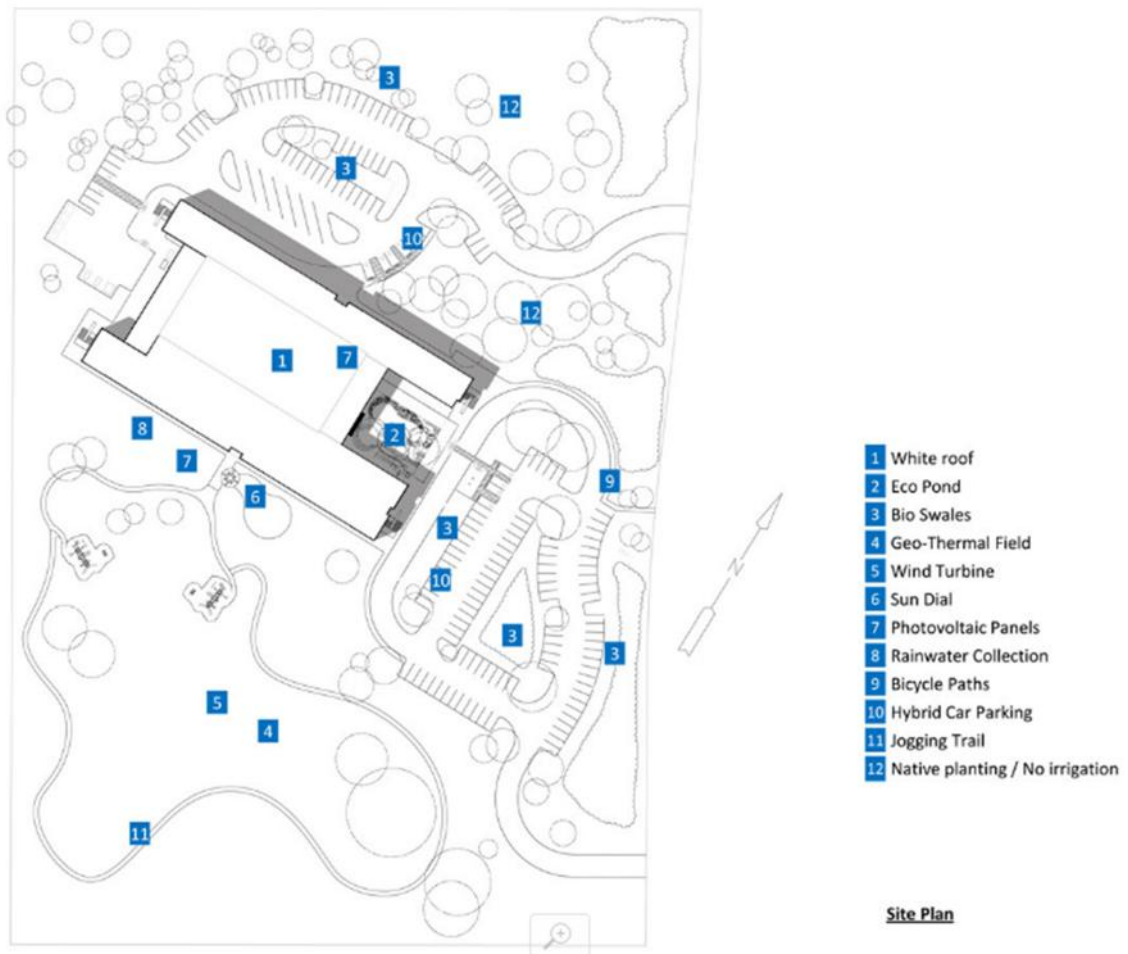
Planos

Figura 14 Plano de localización Escuela Gloria Marchall.

Tomado de: (Archdaily, 2011)

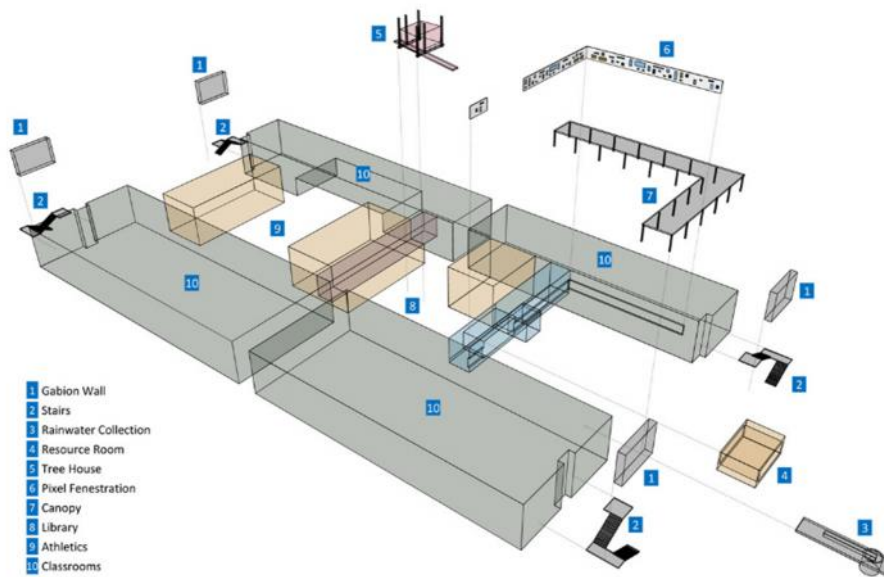


Figura 15 Esquema.

Tomado de: (Archdaily, 2011)

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1 Kitchen | 6 Classrooms |
| 2 Serving Line | 7 Eco Pond |
| 3 Dining | 8 Gym |
| 4 Lobby / Commons | 9 Music |
| 5 Administration | 10 Library |



Figura 16 Primera Planta.

Tomado de: (Archdaily, 2011)



Figura 17 Segunda Planta.

Tomado de: (Archdaily, 2011)



Figura 18 Corte II.

Tomado de: (Archdaily, 2011)

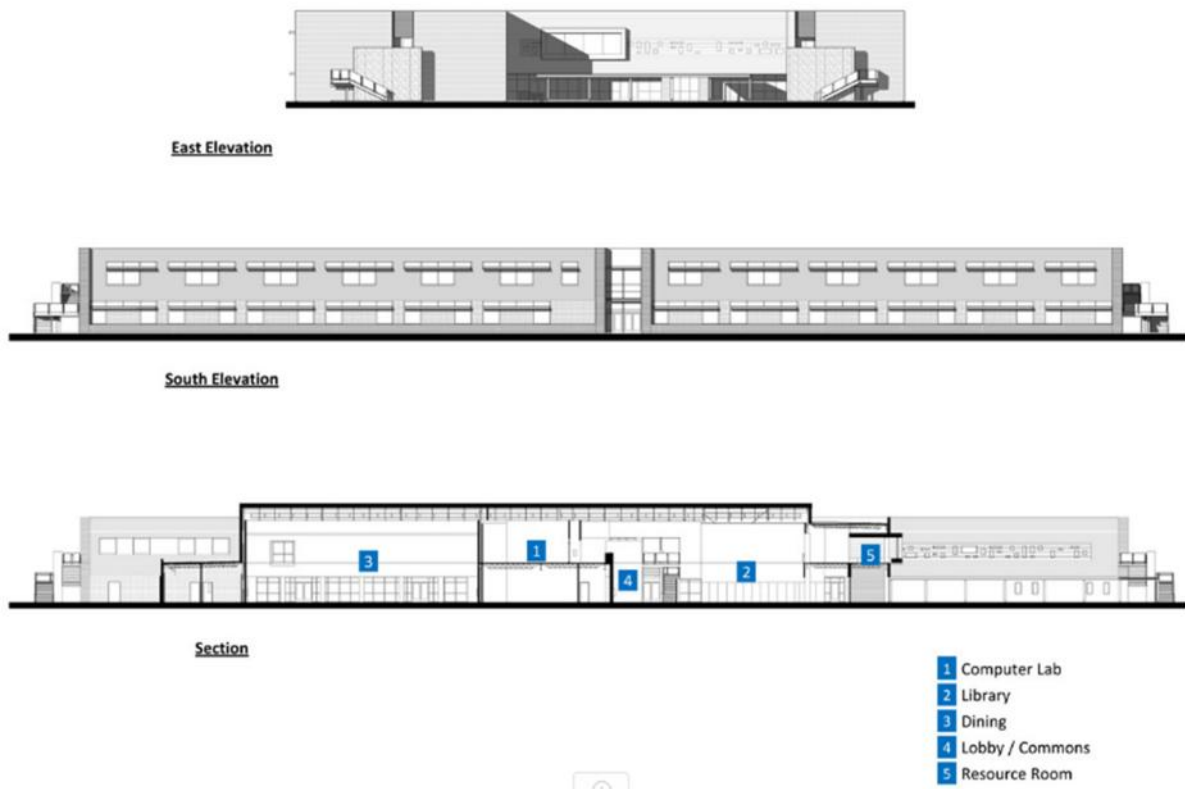


Figura 19 Fachadas y Corte I.

Tomado de: (Archdaily, 2011)

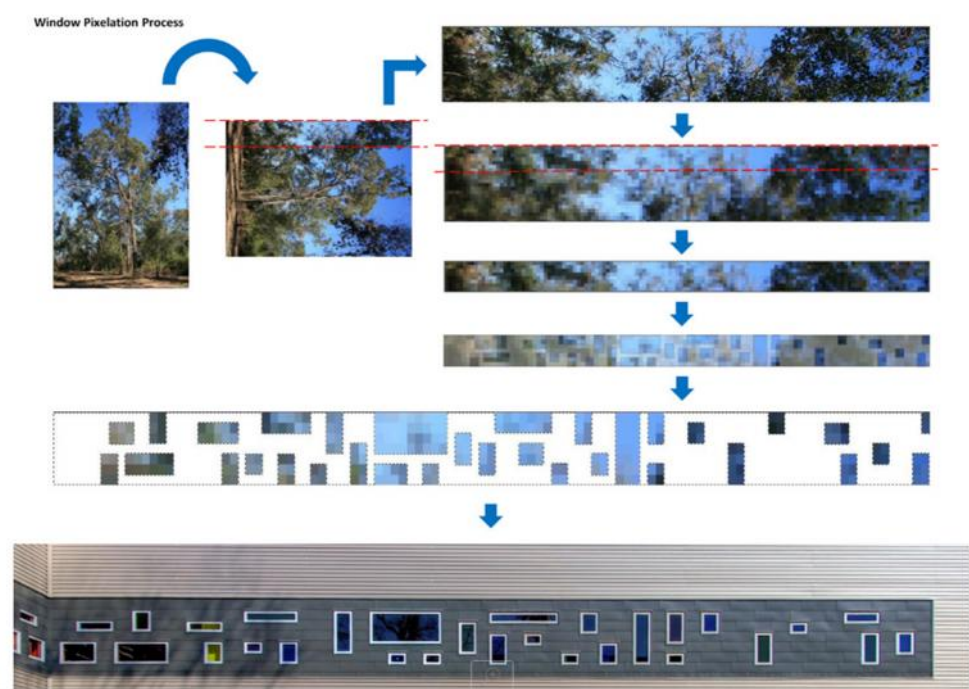


Figura 20 Composición de fachada
Tomado de: (Archdaily, 2011)

Tabla 2 Cuadro de áreas, Colegio Gloria Marshal

	Espacio	Cantidad	Área m²	Área Total	
—	PRIMER PISO				
	1	Cocina	1	185,51	185,51
	2	Servicios	1	128,14	128,14
	3	Comedor	1	442,14	442,14
	4	Lobby	1	111,6	111,6
	5	Administración	-	564,55	564,55
	5,5	Bodega/oficinas		54,1	54,1

Continuación Tabla 2

			191,5	191,5
			143,5	143,5
			45,28	45,28
			137,6	137,6
			68,07	68,07
6	Salón de Clases	1	91,05	91,05
		1	84,91	84,91
		1	79,35	79,35
		11	75,3	828,3
		1	72,62	72,62
7	Estanque ecológico	1	442,72	442,72
8	Gimnasio	1	278,8	278,8
9	Música	1	262,46	262,46
10	Librería	1	280,45	280,45
11	Punto fijo	4	26,8	107,2
		1	27,8	27,8
		1	28,2	28,2
		1	23,7	23,7
12	Baños	1	119,47	119,47
				4799,02
13	Circulación			1242,98

Continuación Tabla 2

Piso				6042
SEGUNDO PISO				
14	Salón de clases	12	61	732
		15	57,4	861
15	Punto fijo	4	26,8	107,2
		1	27,8	27,8
		1	28,2	28,2
		1	23,7	23,7
16	Baños	2	47	94
17	Laboratorio de computo	1	79,8	79,8
18	Aula de mantenimiento	1	34,4	34,4
19	Casa del árbol	1	17,7	17,7
20	Aula profesores	2	189,2	378,4
21	Bodega/oficinas	1	31,7	31,7
		1	27,93	27,93
		1	27,93	27,93
		1	53,5	53,5
		1	48,12	48,12
Total				2573,38
				5600

3.2. Tipología nacional

Colegio Rochester.

Ubicación: autopista norte, km 15, chía, Cundinamarca.

Arquitecto: Daniel Bonilla

Área lote: 28.417 m²

Área primera planta: 6.342 m²

Área total construida: 15.314 m²

Puntuación leed: 64.

Fecha de finalización: enero 20, 2014.

Fichas: Colegio Rochester



Figura 21 Imagen aérea del colegio Rochester

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)

3.2.1. Emplazamiento

3.2.1.1. Posición y orientación Se encuentra ubicado en un llano en chía a las afueras de Bogotá, junto al peaje. Su eje dominante en el lote se desplaza de norte a sur, este se identifica con la vía principal.



Figura 22 Entorno del Colegio Rochester.

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)

3.2.1.2. Geometría y composición: Maneja un equilibrio en la proporción y la ocupación del lote, emplea cierta simetría en sentido oriente occidente. la repetición se ve dividida en dos formas: los bloques de las aulas con formas curvas que generan a la vez un constante movimiento y los bloques deportivos con formas rectas, las cuales generan equilibrio unas con otras en cuanto a sus proporciones.

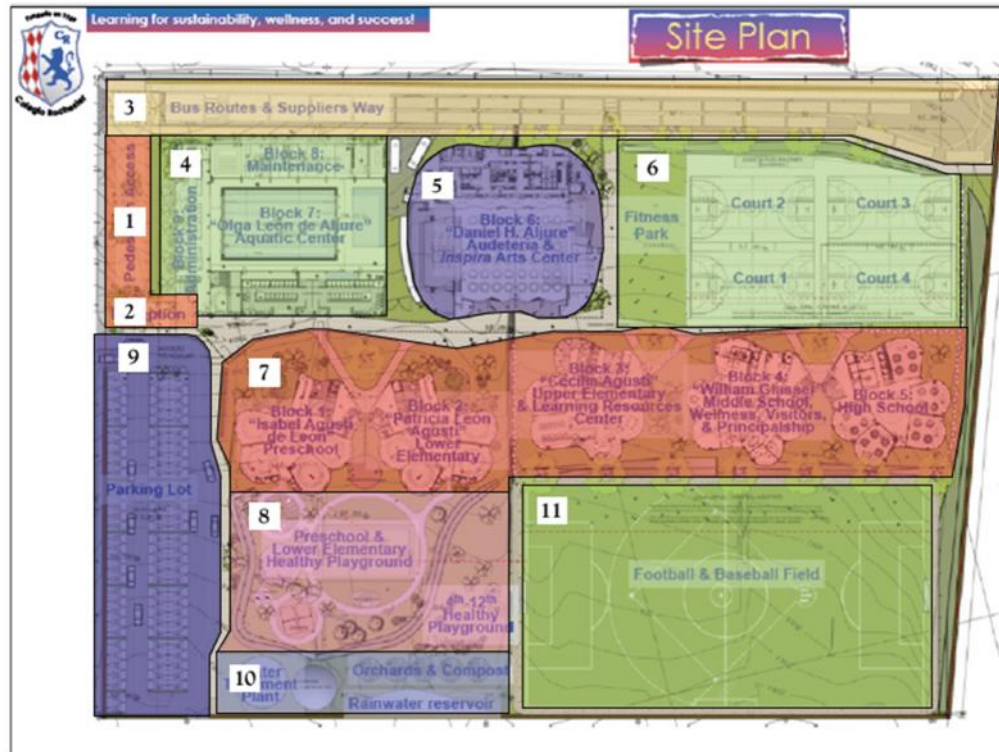


Figura 23 Zonificación planta general y Adaptada de Planta de Emplazamiento.

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)

1. Acceso
2. Recepción
3. Estacionamiento de buses
4. Centro acuático
5. Auditorio y centro de artes
6. Parque fitness y canchas múltiples
7. Aulas educación básica y media técnica
8. Patio básica primaria

9. Parqueadero

10. huertos, depósito de agua de lluvia y planta de tratamiento de agua

11. Cancha de fútbol y béisbol

3.2.13. *Llenos y vacíos*: La relación de llenos y vacíos está determinada por el objeto arquitectónico y su entorno, teniendo en cuenta el gran espacio exterior del colegio y de sus alrededores.

La relación con su entorno es dominante puesto que está ubicado en una zona de gran cobertura vegetal y arborización. Los llenos se encuentran al fondo del lote con respecto a la vía principal dejando los vacíos hacia esta vía. Dejando así una zona de aislamiento de las aulas para evitar los ruidos de los vehículos.

3.2.1.4. *Forma, espacio y función*: Al analizar el Colegio Rochester en sus componentes espaciales, se encuentra en que hace parte de un todo, único, en el cual se encuentran otros espacios subdivididos. Las actividades ejecutadas en esta tipología se usan como parámetro para la selección de áreas y espacios convenientes para la tipología educativa a desarrollar.

3.2.2. Volúmenes:

Las zonas del colegio se dividen con la forma de los edificios la función y el uso que se le da a cada uno de estos. Los edificios de las aulas para bachillerato se manejan con formas curvilíneas asemejando árboles, los destinados a primaria se realizaron con planta circulares, el centro acuático presenta una planta rectangular. La propuesta volumétrica es variada y con estas se distingue la zonificación del colegio.

3.2.3. El espacio:

La organización espacial se realiza linealmente, en sentido de la cara más larga del lote, por ser este su eje principal.

En cuanto a la relación espacial consiste en varios módulos espaciales de diferentes formas cada uno. Desde el acceso los espacios se distribuyen de los públicos a los privados, dejando las aulas como espacio central del colegio.



Figura 24 Organigrama de relación espacial

3.3. Técnicas

3.3.1 Estructura:

Su conformación estructural es en base a columnas de hormigón armado, esta es independiente para cada edificio, estas se disponen de tal forma que permita espacios libres amplios. Los perfiles usados para las columnas y vigas son cuadrada, rectangular y circular. Maneja ejes ortogonales. Esta estructura se amolda a la forma de cada edificio.

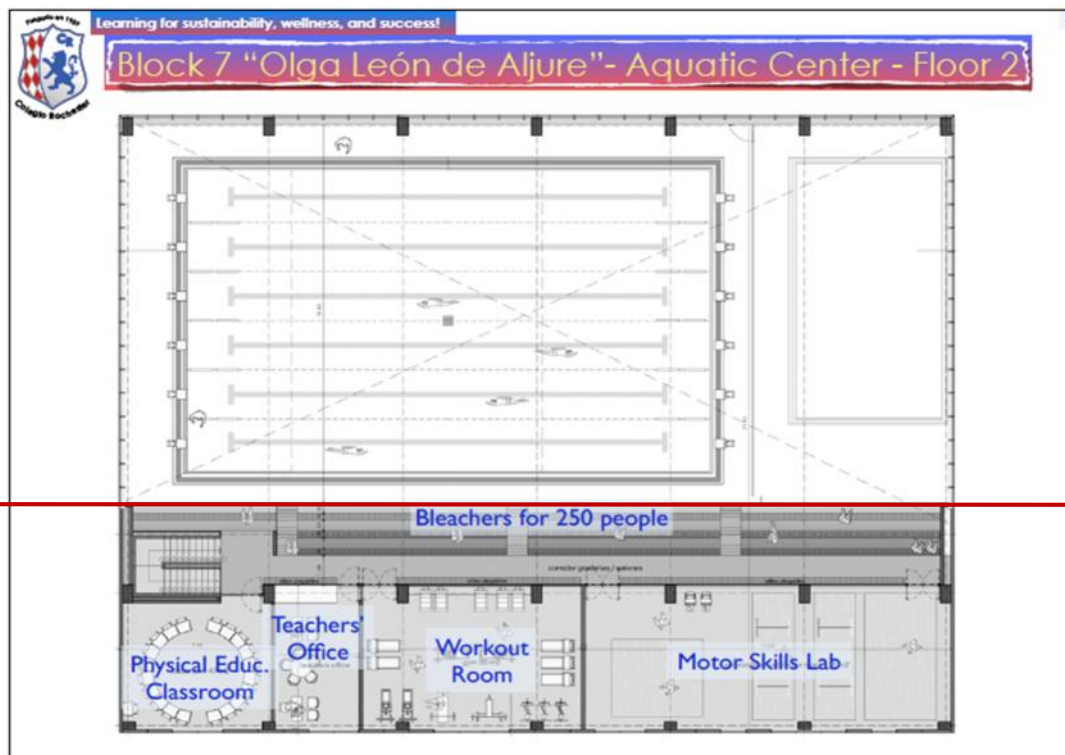


Figura 25 Planta centro acuático

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)

3.3.2. Sistemas técnicos sostenibles:

En el colegio se hace el uso de la captación solar por medio de paneles fotovoltaicos ubicados en la cubierta del bloque de auditorio y centro de arte. En las cubiertas de las aulas de oficinas se disponen las huertas, en las cuales se permite la circulación de las estudiantes. Junto al patio de primaria se encuentran los huertos, depósito de agua de lluvia y planta de tratamiento de agua, estos se encuentran separados con una franja de vegetación y cercanos a la vía principal, alejado de las instalaciones del colegio en las que se concentran más número de usuarios.



Figura 26 Primaria colegio Rochester.

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)



Figura 27 Edificios Bachillerato Colegio Rochester.

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)

3.4. Entrevistas

Para conocer la opinión de diferentes usuarios del colegio Rochester y la calidad de la educación respecto a la pedagogía y énfasis ambiental, se incorporan testimonios acerca de esta tipología de enseñanza. Con el fin de ratificar que este enfoque educativo sea óptimo en su enseñanza y lograr crear una cultura ecológica en las futuras generaciones.

Entrevistas realizadas el 23 de octubre del 2014 por el Colegio Rochester.

- Buenos días, mi nombre es Pamela Ospina soy ex alumna del Rochester del año 1999, soy arquitecta paisajista estoy orgullosa de ser ex alumna tengo los mejores recuerdos de estos años desarrollé grandes relaciones con compañeros, profesores y personal crecí en un ambiente

saludable y feliz donde pude desarrollar exitosamente mis proyectos ahora elegí esto también por mis hijos ellos aman su colegio y también yo.

- Hola, mi nombre es Ricardo Baquero me gradué del colegio Rochester hace 10 años, en el 2005, estudié toda mi vida aquí pasé 14 años de mi vida con mi segunda familia, que son quienes trabajan y estudian aquí, ser parte del Rochester es ser parte de una familia todos cuidamos el uno del otro tenemos una regla de oro, “tratar a otros como quieres ser tratado”, de esta forma enfocamos nuestras vidas, siempre tratamos a los demás como queremos ser tratados. lo más importante del colegio Rochester es sentir el amor en todo el sentido de la palabra, sentir amor por nuestros padres, hermanos, por nuestros compañeros, también por los que trabajan aquí, los profesores y las personas que trabajan en otras áreas. lo que más amo de mi colegio es que me ayudaron a comprender cuales son mis necesidades básicas y cómo satisfacerlas, en los 14 años que pase aquí aprendí a elegir sobre diferentes aspectos de la vida eso me has hecho una persona feliz, usualmente tomamos la palabra “felicidad” como algo sin significado pero si piensas sobre ello se feliz es el camino de tu vida y eso es lo que intentamos en el colegio Rochester que cada cual elija su felicidad. (Colegio Rochester, 2016)

Tabla 3 *Cuadro de áreas, colegio Roshester*

ESPACIO	AREA M2	SUBTOTAL
Cancha múltiple	2622,57	
Gimnasio	673,87	
Cancha futbol/baseball	5439,8	
Patio primaria superior y escuela media	489,9	
Patios preescolar y primaria inferior	1464,6	
Tratamiento de agua	224	
Huerto	157,5	
Recolector de aguas lluvias	146,58	

Continuación Tabla 3

Acceso peatonal		482,8	
Recepción		92,7	
Parqueo Buses		2121,2	
Parqueos	Discapacitados	39,39	1114,29
	Coche compartido	99,7	
	Motocicletas	66,4	
	Directivos	52,2	
	Visitantes	321,6	
	Estudiantes nivel 12	535	
ESPACIO		AREA M2	SUBTOTAL
Bloque 1 Preescolar	Piso 1		
	Bodega	8	467,15
	Enfermería	40,9	
	Director de preescolar	19,9	
	Hall	16,2	
	Punto fijo	17,8	
	Baño	6,6	
		3,1	
	Cuarto técnico	5,1	
	Aula A + W.C.	78,4	
	Aula B + W.C.	79,25	
	Aula C + W.C.	76,75	
	Aula D + W.C.	77,75	
	Área de aprendizaje	37,4	
	Circulación	110,21	
	Total	577,36	
	Piso 2		
	Oficina de profesores	40,9	467,22
	Bodega	8	
	Sala de reuniones	19,9	
	Punto fijo	17,8	
	Hall	16,25	
	Cuarto técnico	5,1	
	Baño	9,7	
	Aula A + W.C.	78,4	
	Aula B + W.C.	79,25	
	Aula C + W.C.	76,75	

Continuación Tabla 3

Aula D + W.C.		77,75	
Área de aprendizaje		37,42	
Circulación		110,14	
Total		577,36	
TOTAL		1154,72	
ESPACIO		AREA M2	SUBTOTAL
Bloque 2 Primaria inferior	Piso 1: Transición		
	Oficina profesores	40,6	471,4
	Bodega	8	
	Director primaria inferior	19,9	
	Cuarto técnico	4,4	
	Hall de acceso	16,5	
	Punto fijo	17,9	
		6,2	
	Baño	3,1	
	Área de aprendizaje	37,3	
	Aula de inglés + W.C.	78	
	Aula matemáticas + W.C.	80,3	
	Aula de ciencias + W.C.	80,7	
	Aula de español y religión + W.C.	78,5	
	Circulación	181,3	
	Total	652,7	
	Piso 2: Primero		
	Oficina profesores	40,6	489,5
	Bodega	8	
	Director primaria inferior	19,9	
	Cuarto técnico	4,4	
	Depósitos	16,5	
	Hall de acceso	17,9	
	Punto fijo	6,2	
		3,1	
	Baño	18,1	
	Área de aprendizaje	37,3	
	Aula de inglés + W.C.	78	
	Aula matemáticas + W.C.	80,3	
	Aula de ciencias + W.C.	80,7	
	Aula de español y religión + W.C.	78,5	
	Circulación	163,2	
	Total	652,7	
Piso 3: Segundo			

Continuación Tabla 3

Oficina profesores	40,6	489,5
Bodega	8	
Director primaria inferior	19,9	
Cuarto técnico	4,4	
Depósitos	16,5	
Hall de acceso	17,9	
Punto fijo	6,2	
	3,1	
Baño	18,1	
Área de aprendizaje	37,3	
Aula de inglés + W.C.	78	
Aula matemáticas + W.C.	80,3	
Aula de ciencias + W.C.	80,7	
Aula de español y religión + W.C.	78,5	
Circulación	163,2	
Total	652,7	
TOTAL	1958,1	

3.5. Plantas arquitectónicas

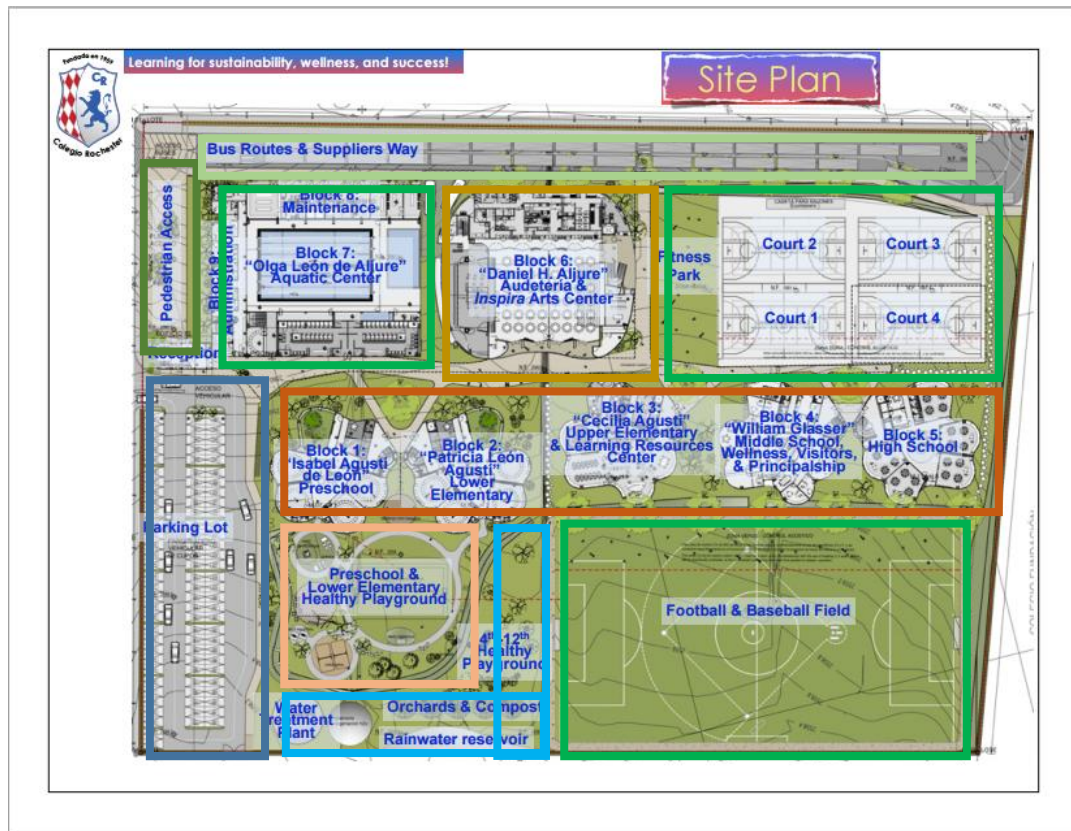


Figura 28 Planta general colegio Rochester, (modificado)

Tomada de: (Colegio Rochester, 2016)

4. Programa arquitectónico

Delimitación: Sectorial

Carácter: Público

Capacidad del colegio

- 30 estudiantes por aula
- 2 aula por grado
- 6 grados (6-11)
- 360 estudiantes en total

Área mínima por estudiante:

- Según la NTC 4595: 5,8 m²

Para este caso se toma como base el código rector de arquitectura escolar del Ministerio de educación de Argentina, en el cual se estipula un área mínima por estudiante de 15 m².

Índice de ocupación

- Según NTC 4595: 0,60
- Implementado: 27%

Debido a que el edificio escolar requiere espacios abiertos compatibles con su tipología se usa para este caso una ocupación del 40% del terreno, en base el código rector de arquitectura escolar

del Ministerio de educación de Argentina, de lo cual se llega a ocupar un 27% en relación al lote para lograr la generación de espacios abiertos.

Índice de construcción:

- Según NTC 4595: 0,94
- Implementado: 0,51

Área construida necesaria según los datos anteriores:

- $3548 \text{ m}^2 = 27\%$ del lote
- $9452 \text{ m}^2 = 73\%$ del lote
- Área del lote = 13000 m^2
- I.C. = 6704 m^2
- I.O. = 3548 m^2

Necesidades

- Desarrollo individual y grupal.
- Desarrollo recreativo.
- Desarrollo investigativo.
- Desarrollo tecnológico.
- Desarrollo medio ambiental.
- Necesidades básicas de servicio: alimentación y sanitarias.
- Información, orientación y disciplina.

Descripción del programa arquitectónico**Aulas y espacios complementarios**

Aula regular: 2 aulas por grado.

El dimensionamiento parte de la determinación de la capacidad óptima del aula y obedece a requerimientos de orden pedagógico tendientes a lograr el máximo aprovechamiento de la actividad educativa. En consecuencia y sin tener en cuenta motivos circunstanciales que puedan dar lugar a las ligeras variaciones, debe trabajarse con una capacidad óptima:

Σ Elemental: 30 alumno; 1,65 m²/al.

Σ Intermedio y medio: 30 alumnos; 1,45 m²/al.

Aspectos para confort espacial

Iluminación: Luz natural pareja y uniforme sobre el plano de trabajo, sin incidencia directa del uniforme.

Ventilación: Sistema libre de ventilación cruzada.

Acústica: protección a ruidos de aulas aledañas.

Aula técnica:

- Aula especializada para sistemas técnicos energéticos.
- -Aula especializada para sistemas técnicos hidráulicos.

Aula de cómputo: Dotada para 30 estudiantes, en el área se contempla espacios de depósito.

Laboratorio integral: Biología, química, física.

Aula múltiple: Contemplada para 1/3 de la capacidad estudiantil del edificio, a eso se le suma el 25% para tarima y el 25% para cabinas y depósito.

Biblioteca: Capacidad mínima del 20% del total de los estudiantes, incluye espacio de estanterías y de mesas grupales, depósito y área de computación para investigación virtual.

Campo deportivo (cancha múltiple) 1 cancha múltiple de 30m x 18m.

Ambientes complementarios

Administración

- **Dirección** (rectoría, sala de espera secretarías, coordinaciones, espacio para profesores, oficinas para consejo directivo, pagaduría, contabilidad, oficinas varias, etc.;
- **Servicios generales** tales como: almacenes de materiales, porterías, talleres de mantenimiento, cobertizos para equipos y servicios varios tales como bombas, depósitos de basuras, aseo, etc.
- **Bienestar estudiantil**, conformado por espacios como: consejerías, consultorios, enfermería, secretaría, sala de espera, oficinas varias, etc.
- **Parqueaderos:** Según normativa 1 cada 250 m² construidos

Servicios

Cocina / comedor para 300 estudiantes.

Baños: 2 baterías de 3 aparatos para los estudiantes por piso.

1 batería de 6 aparatos para administración y servicios.

CUADRO DE ÁREAS ZONA DE APRENDIZAJE									
Espacios	Cantidad	Capacidad	Subtotal estudiantes	Área por estudiante	Área de muebles	Circulación	Área total	Área total	Público o Privado
Aula regular básica secundaria	11	30		2	48.75	11.25	60	660	Privado
Aula técnica	2	30		2.5	6.9	6	75	150	Privado
Aula de computo	1	30		2.5	6.9	6	75	75	Privado
Aula de Inglés	1	30		2.5	6.9	6	75	75	Privado
Laboratorio integral (Física, Química y Biología)	2	30		2.5	6.9	6	75	150	Privado
Aula múltiple	1	200		1.4	140	140	280	280	Privado
Aula de artes y Dibujo Técnico	1	30		3	6.9	21	90	90	Privado
Biblioteca	1	100		2.4	240	0	240	240	Público
	-	-		-	-	0	0	1720	-

Figura 29 Cuadro de Áreas

CUADRO DE ÁREAS										
ZONA DE APRENDIZAJE										
Espacios	Cantidad	Capacidad	Subtotal estudiantes	Área por estudiante	Área de muebles	Circulación	Área total	Área total	Público o Privado	Mobiliario y equipo
ZONA DEPORTIVA										
Canchas múltiples	1	30		-	540	-	540	540	Público	Cancha múltiple (30 m x 18 m)
Vertieres (Zona)	4	30		5.5	-	-	22	22	Público	5 estudiantes por Duchas, casilleros, asientos lineales
Bodegas deportivas	1	-		-	9	-	9	9	Privado	Almacenamiento de balones, mallas, y demás implementos deportivos
Patio de banderas	1	360		1.5	-	108	540	648	Privado	Escenario cubierto, banderas.
Gimnasio	1	10		-	30		50	50	Publico	Instrumentos deportivos
Patio general	2	400		1.5	-	120	600	720	Privado	manejados al aire libre para
	0				0	0	0	1989		Espacio abierto para zona de
COMPLEMENTARIOS										
ZONA ADMINISTRATIVA										
Recepción	1	1			-	-	36	36	Público	Escritorio con pc, teléfono, caneca basura
Sala de espera	2	10			-	-	16	32	Público	Sillotería, mesa con revistas, dispensador de agua, caneca basura.
Caja contabilidad	1	2			-	-	12	12	Privado	Escritorio con pc, teléfono, almacenamiento pequeño, caneca basura.
Secretaría	2	3			-	-	7.5	15	Privado	Escritorio con pc, teléfono, caneca basura
Archivo	1	1			-	-	3	3	Privado	Bodega, caneca de basura.
Rectoría	1	2		0.26	-	-	12	12	Privado	Escritorio con pc, sillas, almacenamiento, w.c teléfono, caneca basura

Figura 30 continuación cuadro de Áreas

CUADRO DE ÁREAS									
ZONA DE APRENDIZAJE									
Espacios	Cantidad	Capacidad	Subtotal estudiantes	Área por estudiante	Área de muebles	Circulación	Área total	Área total	Público o Privado
Coordinaciones	2	3			-	-	12	24	Privado
Sala de profesores	1	15		0.26	-	-	60	60	Privado
Sala de juntas	1	15			-	-	22.5	22.5	Privado
Recepción	1	1			-	-	36	36	Público
Sala de espera	1	10			-	-	16	16	Público
Psicología	1	4			-	-	12	12	Privado
Atención a padres	1	4			-	-	18	18	Privado
Enfermería	1	3			-	-	18	18	Privado
	17				0	0	0	316.5	
ZONA DE SERVICIOS									
Servicios	0.2	-		-	15.6		15.6		
W.C. Estudiantes	12 aparatos	Cada 25 personas, un aparato por sexo		3.6	36	21	36	72	Privado
W.C. Administrativos	2 aparatos	Cada 25 personas, un aparato por sexo		3.6	7.2	33	7.2	7.2	Privado
Cuarto de servicios + W.C. y vestier	4	20		-	13.5	-	15	15	Privado

Figura 31 Continuación cuadro de Áreas

CUADRO DE ÁREAS ZONA DE APRENDIZAJE									
Espacios	Cantidad	Capacidad	Subtotal estudiantes	Área por estudiante	Área de muebles	Circulación	Área total	Área total	Público o Privado
Portería	1	1		-	-	-	6	6	Público
Papelería	1			-	-	-	10	10	Privado
Oratorio	1			-	-	-	30	30	Privado
Despena	1			-	-	-	12	12	Privado
Comedor	2			0.42	66	-	66	132	Privado
Cocina	2			1.07	64	-	64	128	Privado
Cafetería	2			-	24	-	24	48	Privado
Baños	1			-	8	-	8	8	Privado
Parque	10	10		-	-	-	-	-	Privado
Parqueo bus	2			-	45	-	45	30	Privado
Cuarto de maquina y equipo	1			-	-	-	6.5	6.5	Privado
Mantenimiento	1			-	-	-	16	16	Privado
Cuarto de bombas	1			-	-	-	4.5	4.5	Privado
Cuarto eléctrico	1			-	-	-	5	5	Privado
	0				0	0	0	122	
TOTAL							823.5	4377	
								4147.5	

Figura 32 Continuación Cuadro de Áreas

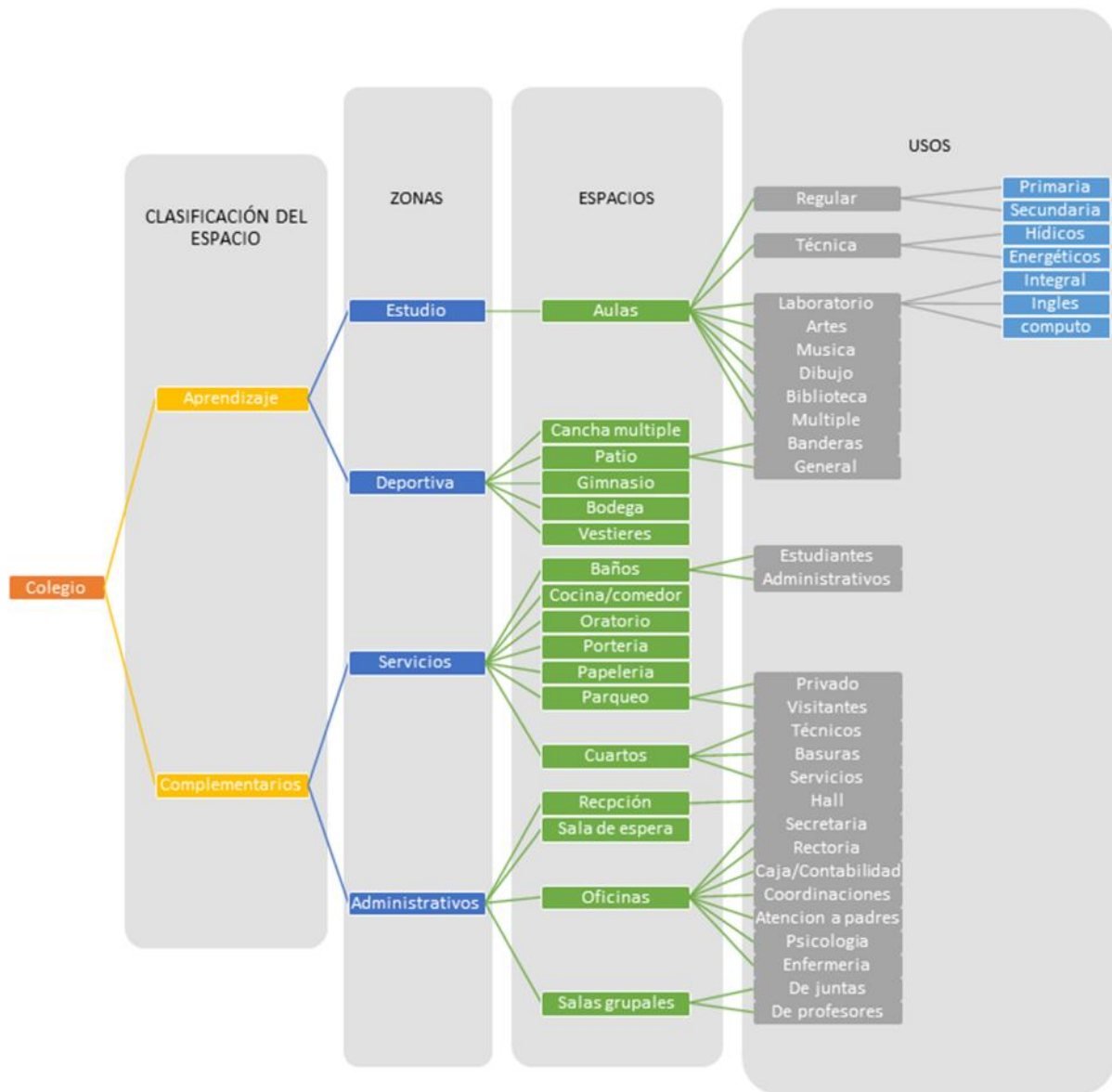


Figura 33 Organigrama general.

5. Localización

5.1. Análisis del sitio

5.1.1. Análisis comunas

Se realiza el análisis urbano de la ciudad de Bucaramanga durante el transcurso de octavo semestre en la materia de análisis urbano ambiental. En este estudio se analiza la cantidad de espacio público existente y requerido por los habitantes de la ciudad, al igual que los equipamientos, estableciendo parámetros de los sistemas estructurantes de la forma urbana de la ciudad, tomados de la revista escala 134. Con este estudio se evidenciaron las fortalezas y debilidades de las comunas, sus falencias y oportunidades, las cuales dan una caracterización especial a cada comuna. En base al estudio realizado se busca suplir este equipamiento a cierto número de habitantes.

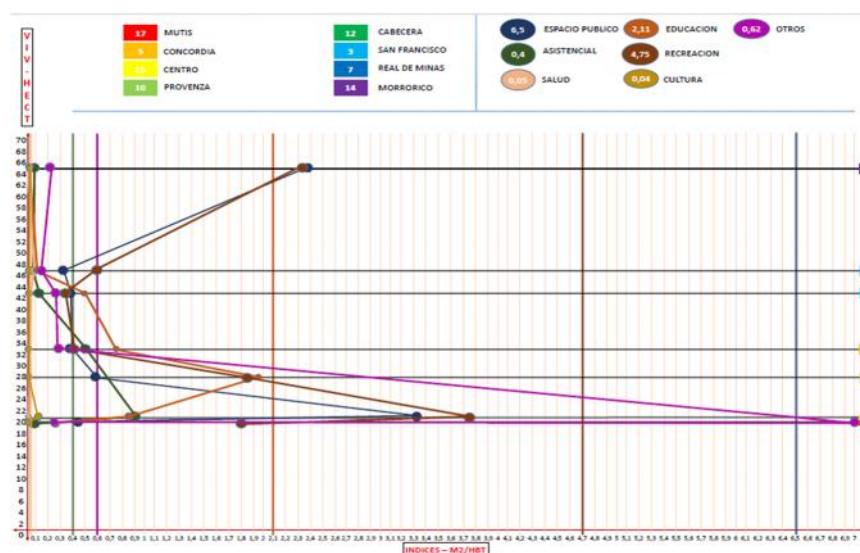


Figura 34 Resumen comunas.

La siguiente gráfica representa los índices reales e ideales de los equipamientos de esta comuna la cual permite identificar fácilmente la significativa carencia de estos.

Figura, resumen de comunas analizadas, suministrada por el docente Ramón Alberto Espinel.

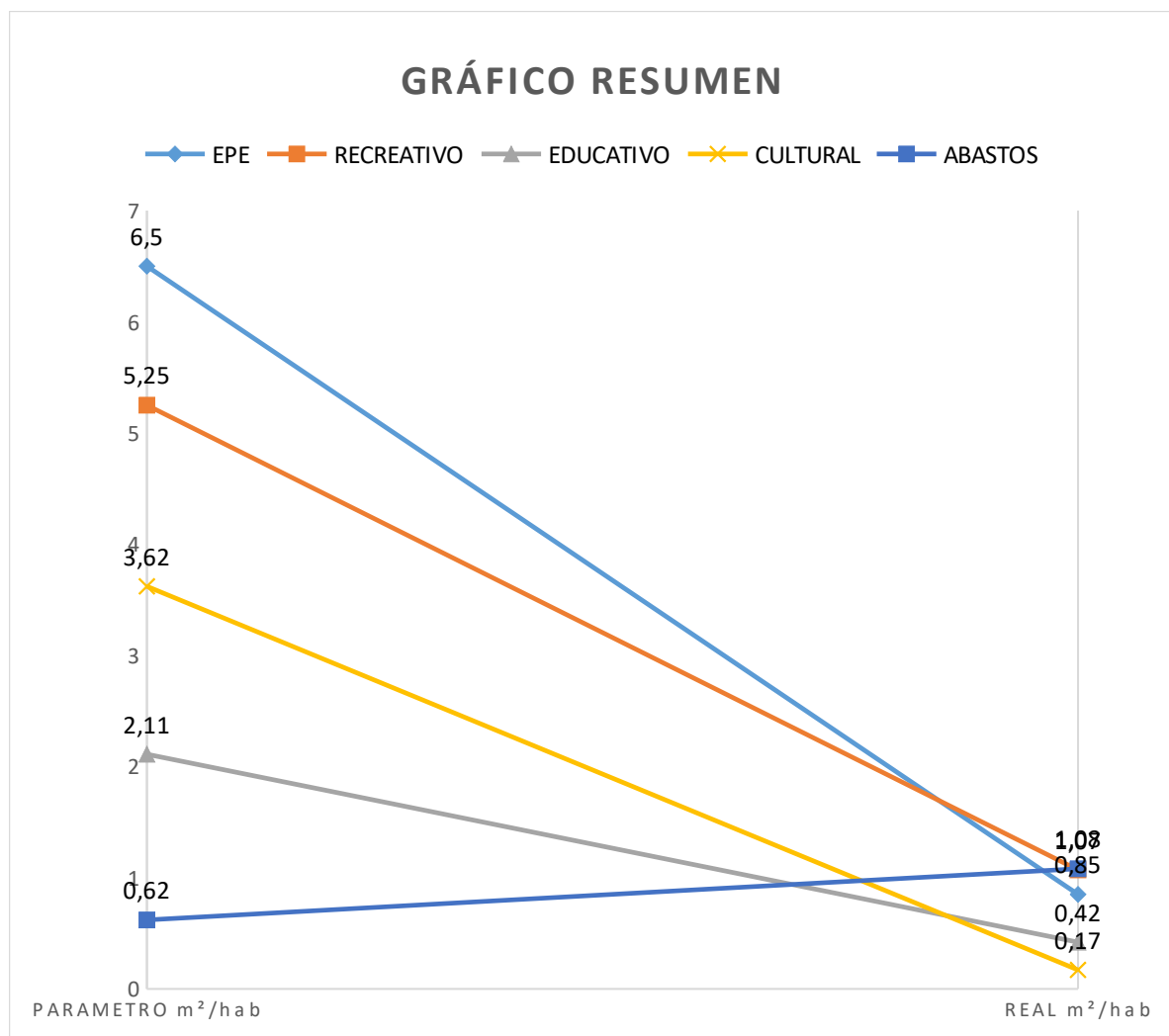
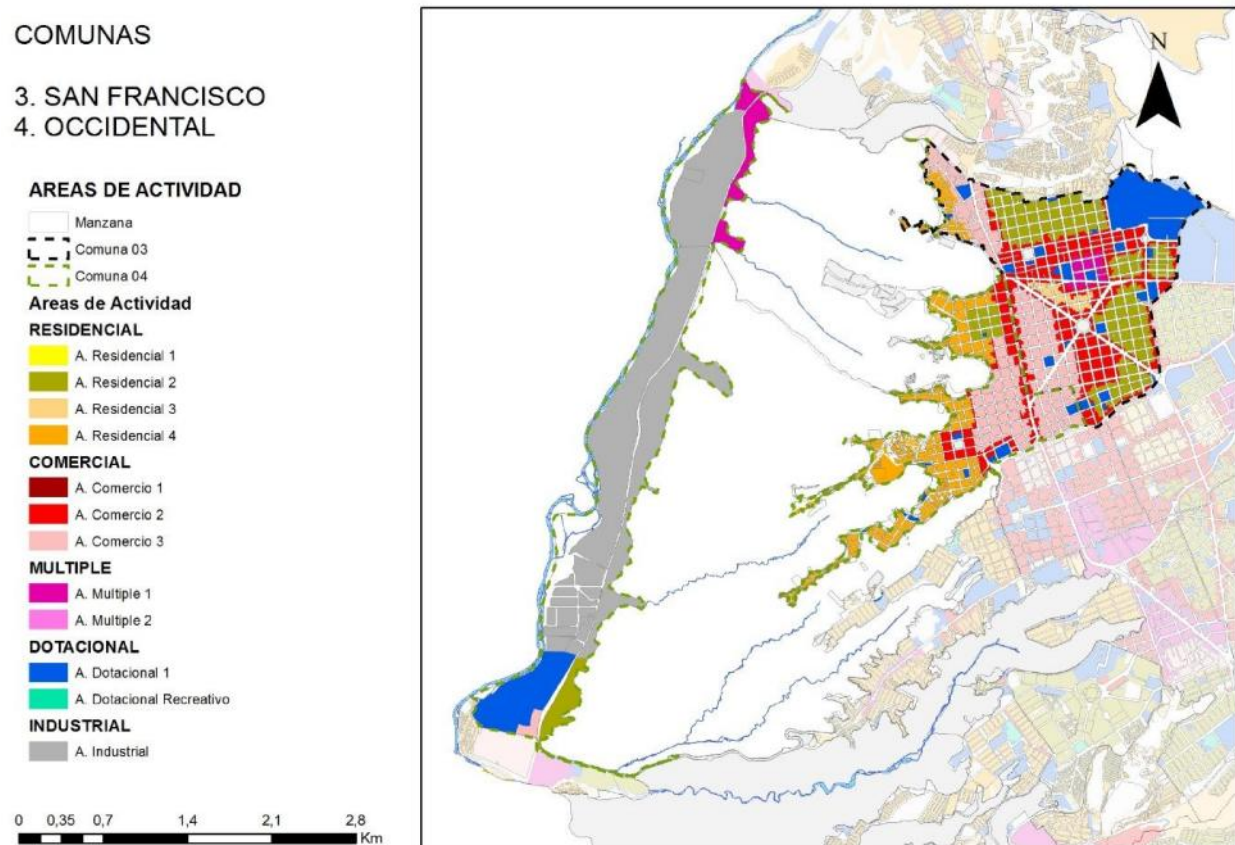


Figura 35 Resumen comuna 4

Las Figura comuna Occidental (4), resultados del análisis realizado.

Comuna Occidental (Plan de desarrollo propuesto por el municipio para la comuna 4)*Figura 36* Área de actividad

Tomado de: (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

COMUNAS

3. SAN FRANCISCO

4. OCCIDENTAL

SISTEMA DE ESPACIO PUBLICO

- Manzana
- Comuna 03
- Comuna 04
- Mejoramiento de Anden

Parques Existentes**Categoría**

- Bolsillo
- Local
- Trazado Indicativo Parques Metropolitanos Proyectados
- Trazado Indicativo de Parque Lineal de Borde de Escarpa
- ParqueMetropolitanoPropuesto 13 - 06 - 2013
- Ronda Hidrica Proyectado
- Red Hidrica

0 0,35 0,7 1,4 2,1 2,8 Km

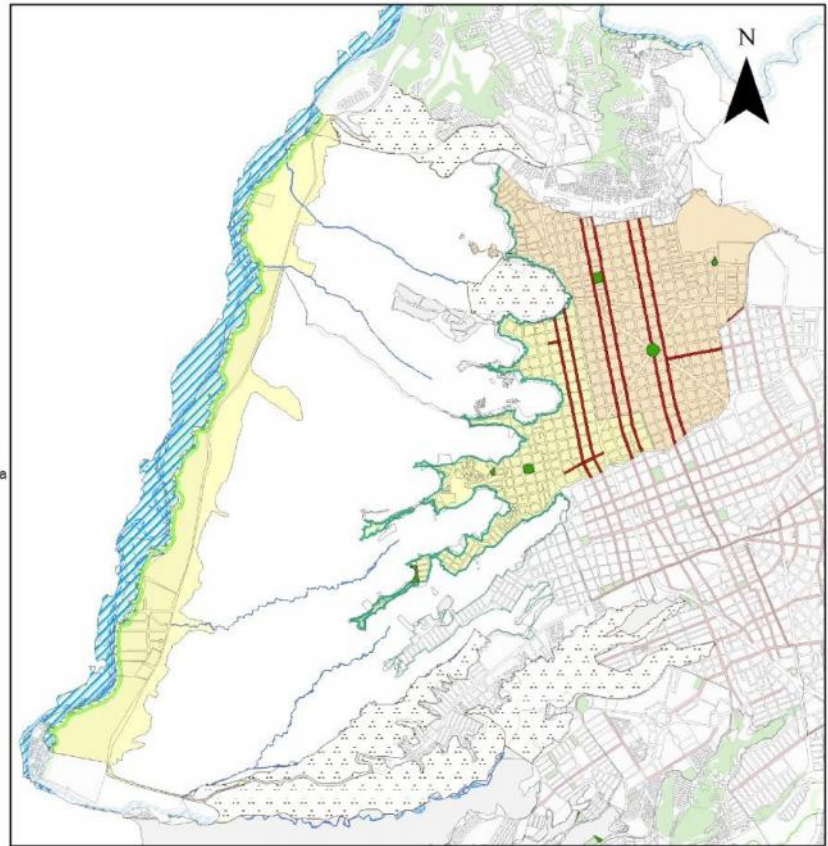


Figura 37 Sistemas de espacio público

Tomado de: (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

COMUNAS

3. SAN FRANCISCO

4. OCCIDENTAL

TRATAMIENTO URBANO

- Manzana
Comuna 03
Comuna 04
- Tratamientos**
- DESARROLLO**
T Desarrollo
- CONSOLIDACION**
T Consolidación 1
T Consolidación 2
- RENOVACION**
T. Renovación Redesarrollo
T. Renovación Reactivación 1
T. Renovación Reactivación 2
T. Renovación Reactivación 3
- CONSERVACIÓN**
T. Conservación A 1
T. Conservación A 2
T. Conservación U
- MEJORAMIENTO INTEGRAL**
T M Integral 1
T M Integral 2

0 0,35 0,7 1,4 2,1 2,8
Km

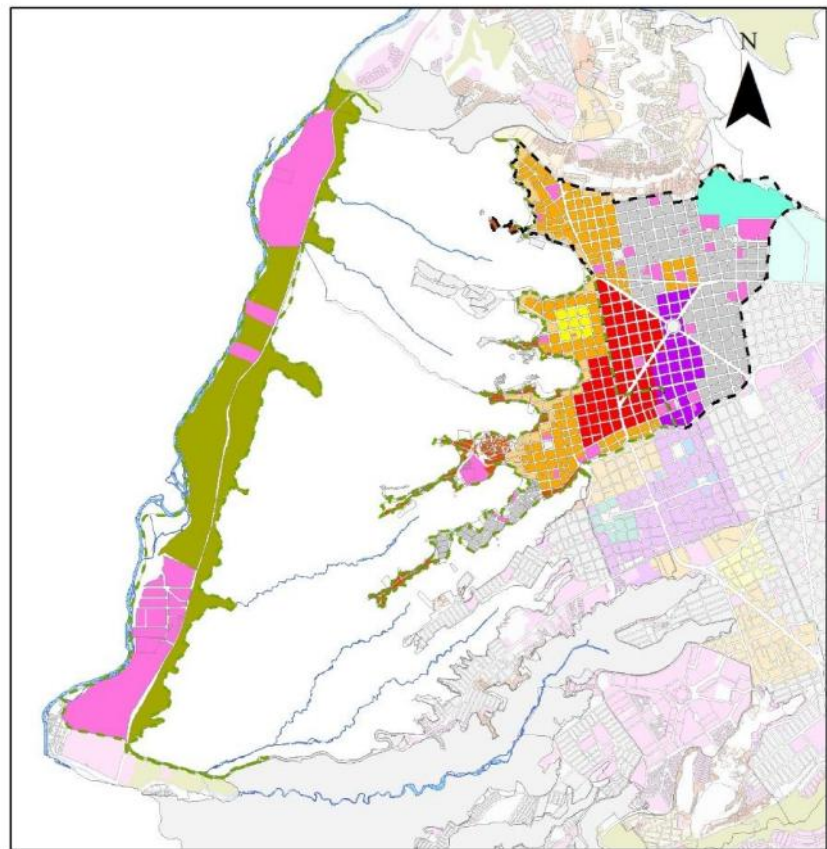


Figura 38 Tratamiento urbano

Tomado de: (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

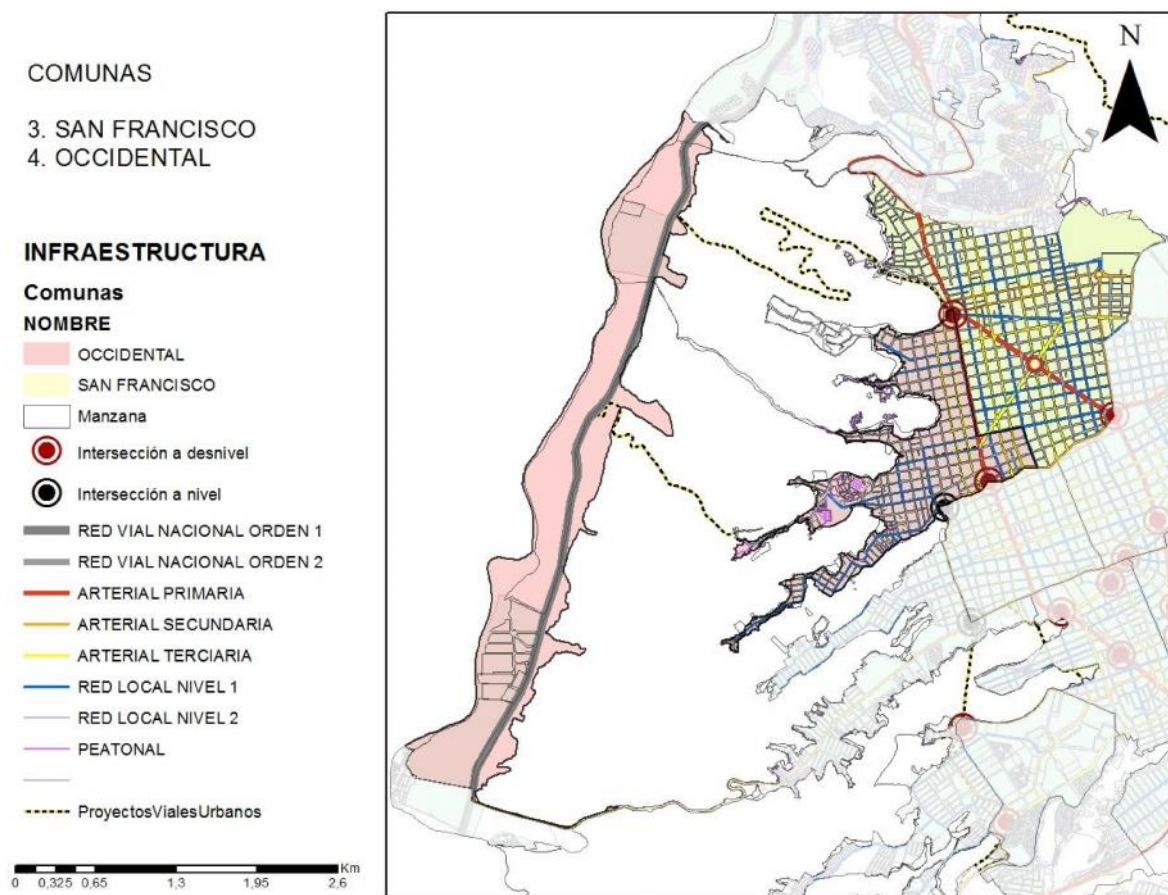


Figura 39 Infraestructura

Tomado de: (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

COMUNAS

3. SAN FRANCISCO
4. OCCIDENTAL

SUBSISTEMA DE TRANSPORTE

- Manzana
- Comuna 03
- Comuna 04
- TransporteDeCargaRegional
- RutasComplementarias
- TraficoCalamado
- PeatonalExclusivo
- ParadasMetrolinea
- ProyectosVialesUrbanos_SubsisistemaTransporte
- ProyectosCable
- RutasMetrolinea**
- METROLINEA**
- RUTA TRONCAL
- RUTA PRETRONCAL
- RUTA ALIMENTADORA
- Cicloruta
- InfluenciaParadaMetrolinea**
- 200 m
- 300 m

0 0,35 0,7 1,4 2,1 2,8 Km

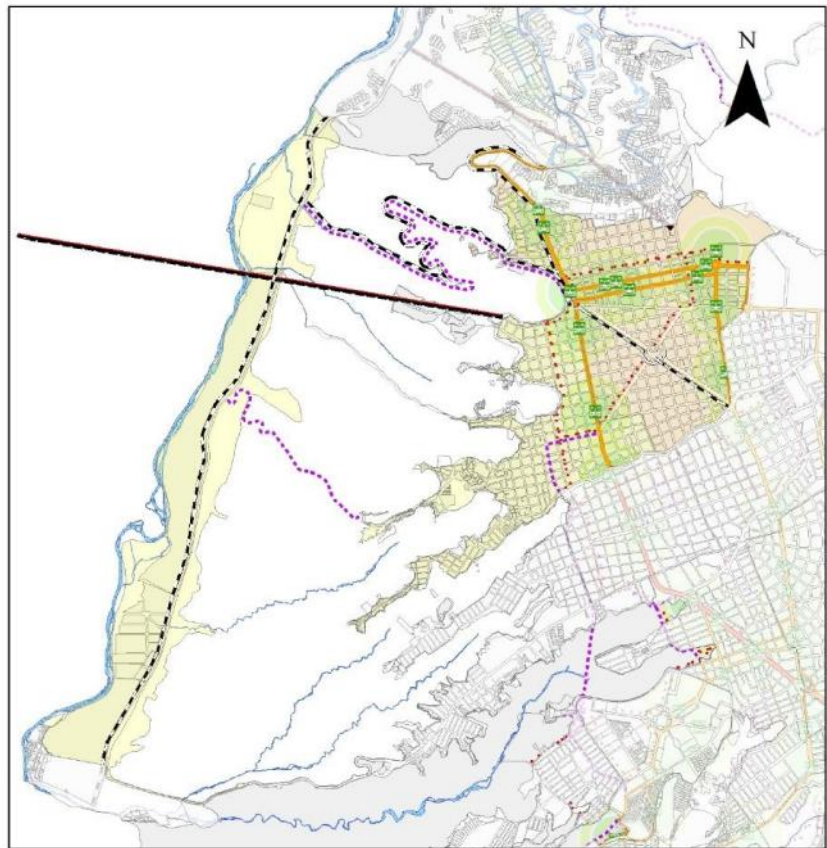


Figura 40 Subsistema de transporte

Tomado de: (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

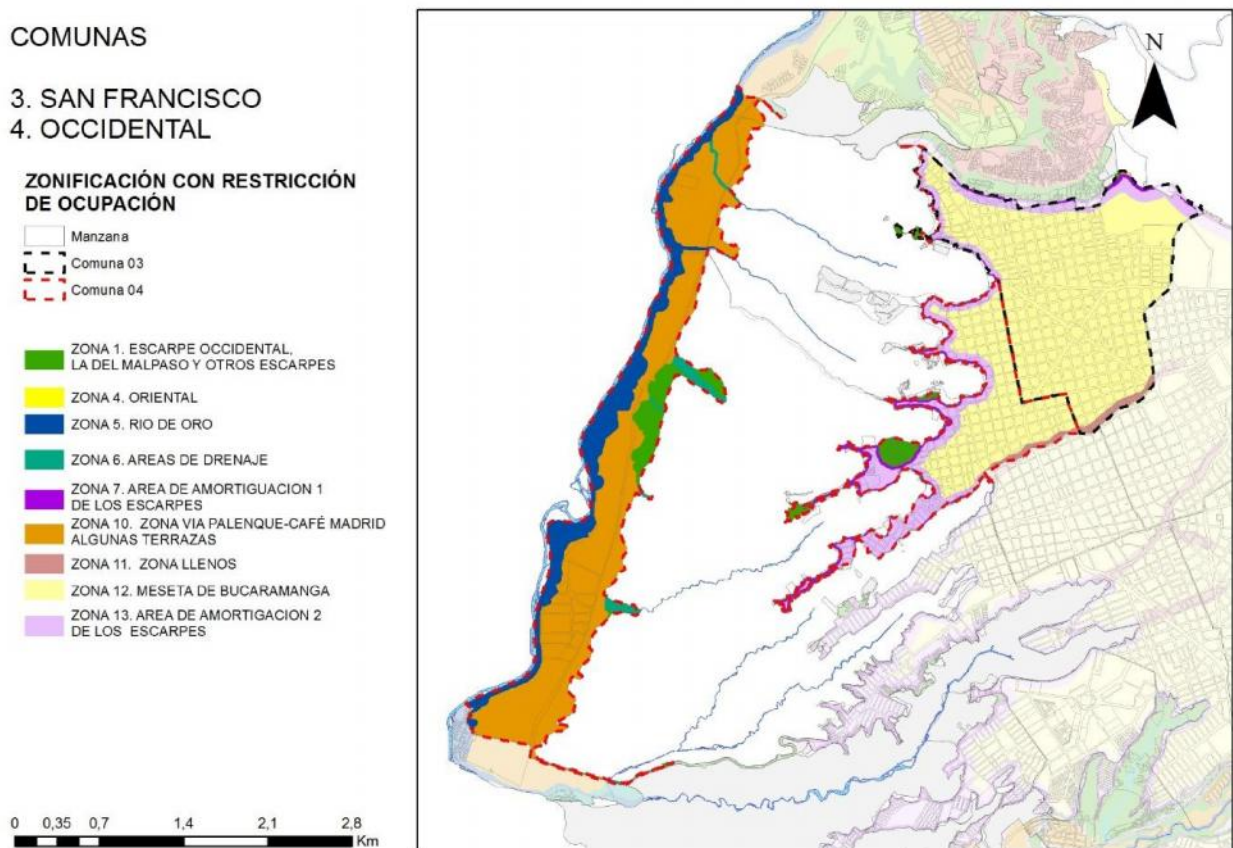


Figura 41 Zonificación de restricción de la ocupación

Tomado de: (Secretaria de planeación de Bucaramanga, 2014-2027)

5.2. Equipamiento educacional

De acuerdo con la información recolectada del análisis se selecciona la comuna occidental (comuna 4) para la localización del proyecto. Esto debido a que, en la categoría de educación, se concluyó que el sector presenta un mayor déficit de colegios secundaria con un -1,1 m2/hab, y un -0,6 m2/hab de colegios primaria. El 45,1% de la población residente en occidental, ha alcanzado el nivel básico primario y el 33,3% secundaria; el 2,7% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,1% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún

nivel educativo es el 9,3%. El 38,4% de la población de 3 a 5 años asiste a un establecimiento educativo formal; el 91,1% de la población de 6 a 10 años y el 75,3% de la población de 11 a 17 años. . muchos de los estudiantes de secundaria buscan ingresar a colegio fuera de la comuna ya que hay un límite de cupos, razón por la cual también abandonan el estudio y se dedican a actividades comerciales como empleados, por esto es que se genera a característica principal de la comuna, ésta presenta más del doble de comercio necesario.

Tabla 4 *Resumen del análisis realizado a la comuna occidental en cuanto al equipamiento educativo.*

Denominación	Parámetro	Habitantes	Área	Densidad	Real	Diferencia	Porcentaje
Colegios primaria	1,39 m ² /hab	5.156 niños	4,263 m ²	14,5 viv/ha	0,1 m ² /hab	-0,6 m ² /hab	- 85,7 %
Colegios secundaria	0,72 m ² /hab	38.191 hab	9.459 m ²	14,5 viv/ha	0,32m ² /hab	- 1,1 m ² /hab	- 84,6 %

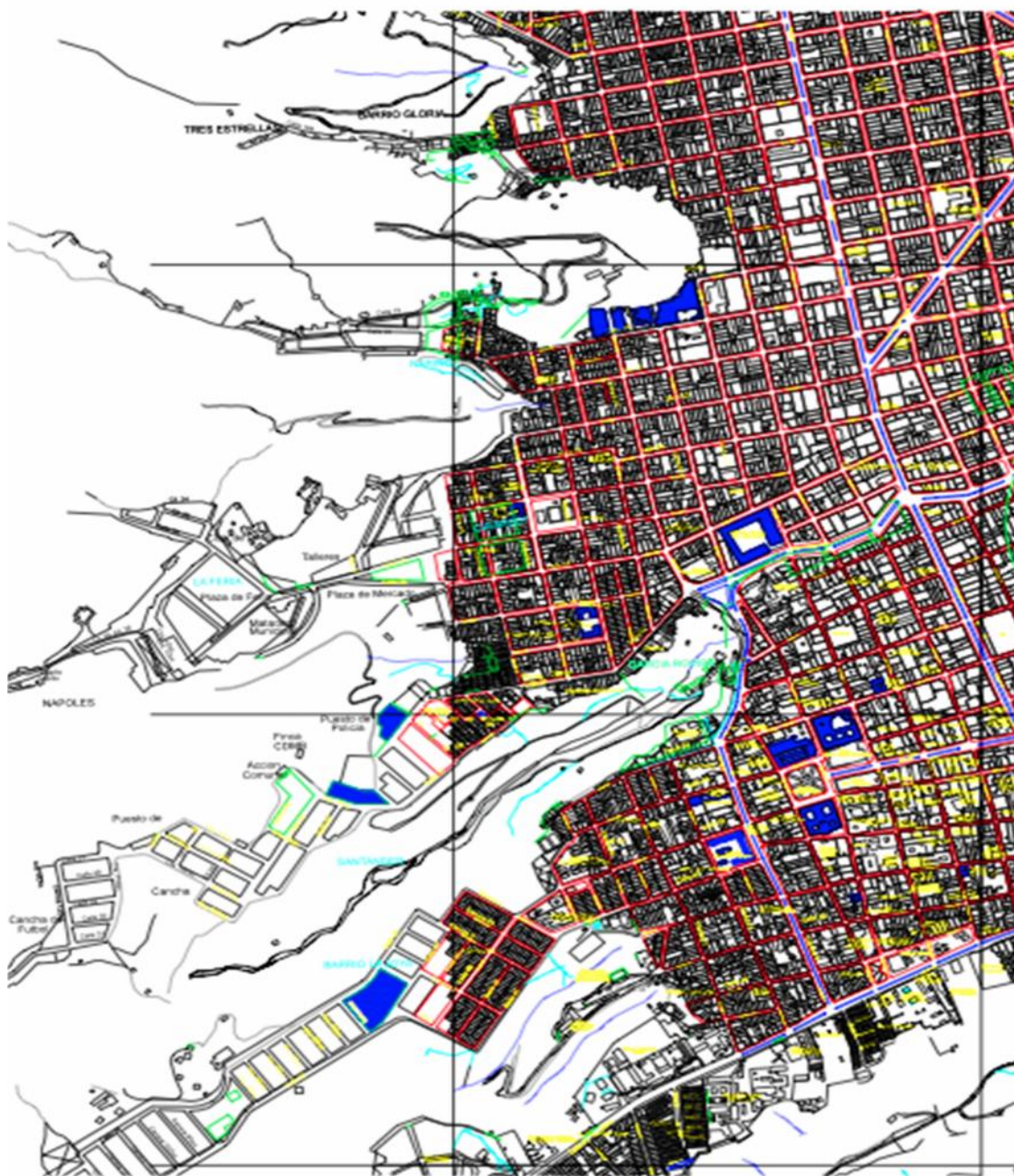
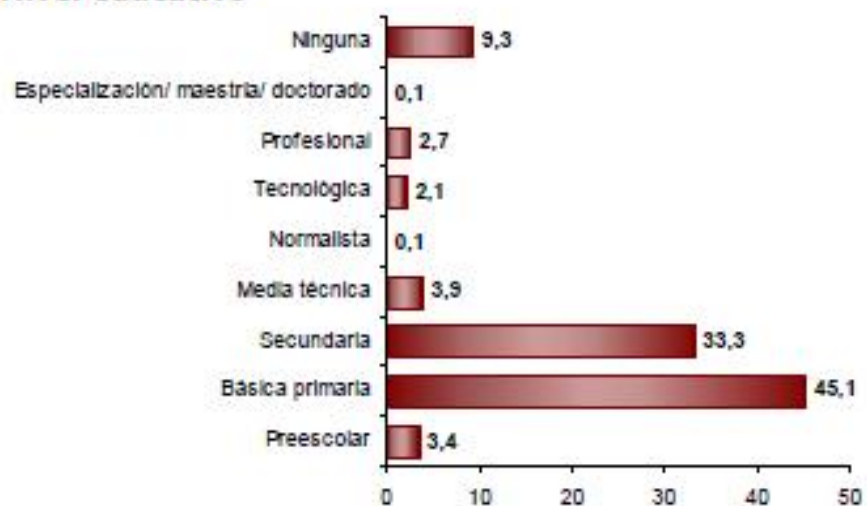
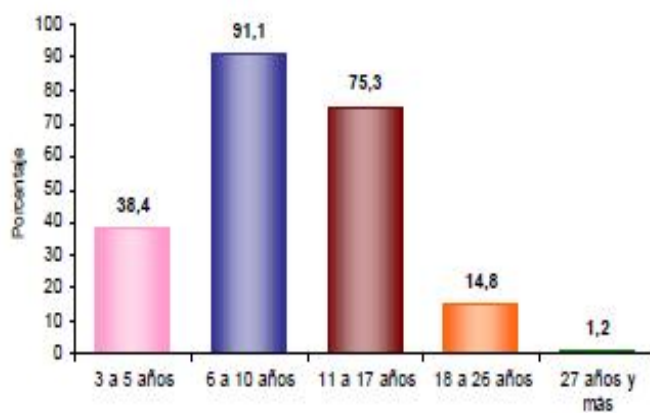


Figura 42 Plano de elaboración propia para estudio urbano.

Nivel educativo*Figura 43 Nivel educativo*

Tomado de: (DANE)

Asistencia escolar*Figura 44 Asistencia escolar*

Tomado de: (DANE)

5.3. Movilidad

Recorridos: se tomaron los tiempos de recorrido peatonal y vehicular del plantel educativo existente. De esta forma se encontraron áreas de la comuna donde se presentan mayores falencias de este equipamiento.

5.3.1. Recorrido peatonal



Figura 45 Recorrido peatonal desde el centro de la comuna hacia el lado Norte.

Tomado de: (google maps)



Figura 46 Recorrido peatonal desde el centro de la comuna hacia el lado Sur.

Tomado de: (google maps)

5.3.2. Recorrido vehicular

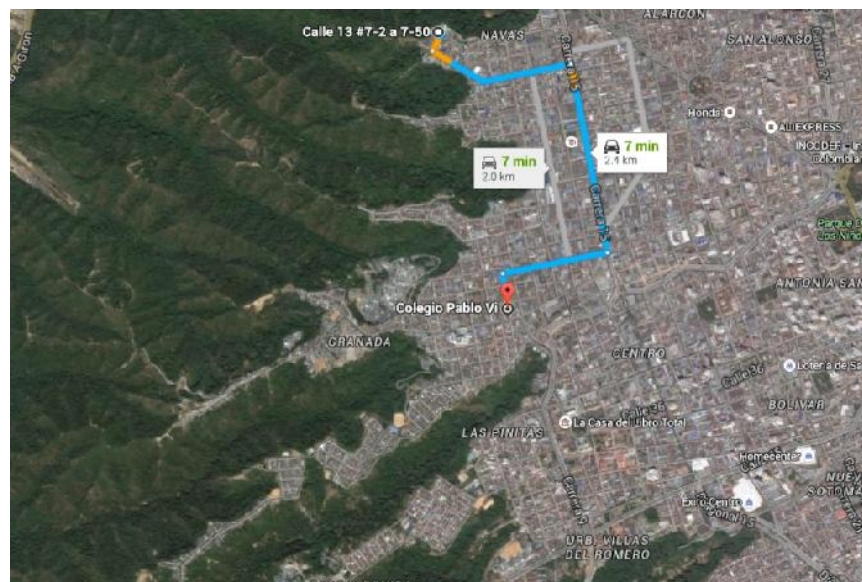


Figura 47 Recorrido vehicular desde el centro de la comuna hacia el lado Norte.

Tomado de: (google maps)

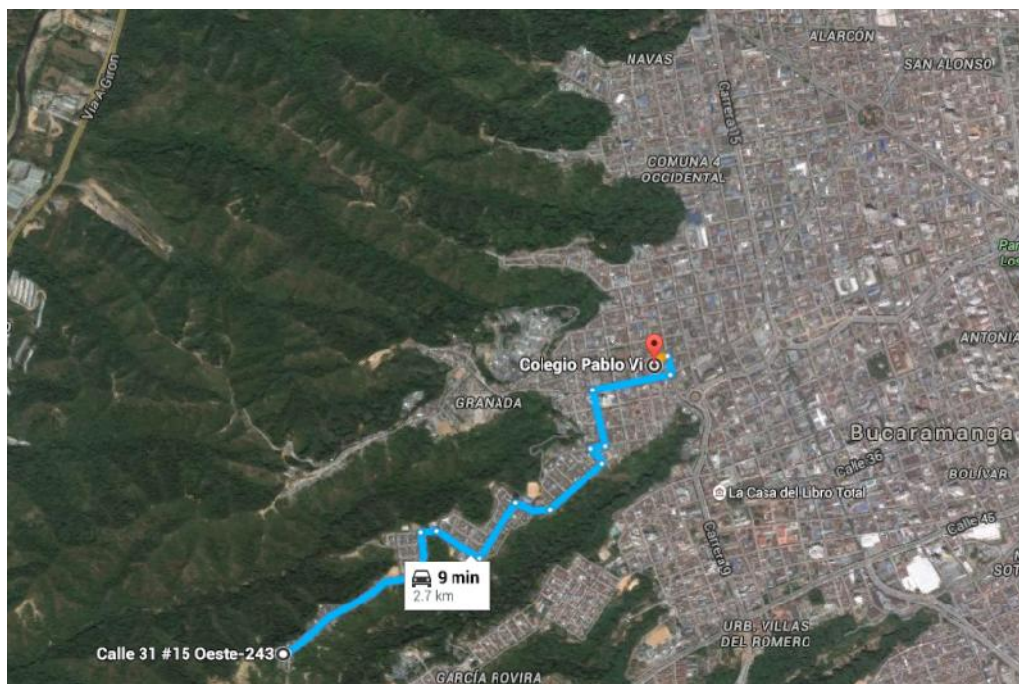


Figura 48 Recorrido vehicular desde el centro de la comuna hacia el lado Sur.

Tomado de: (google maps)

Los recorridos del colegio presente en la comuna son superiores a los debido, pues su parámetro es de 15 minutos de recorrido cuando son peatonales, y estos se encuentran entre 25 y 33 minutos. Estos son relativamente cortos en vehículo, pero se tendría que dar preferencia a los peatones.

5.4. Escogencia del lote

A continuación, se realiza es análisis de la cobertura de los colegios existentes en la comuna occidental, 4. De acuerdo con ello se localizan las áreas en las que no se encuentra cobertura de edificios escolares.

Debido a que la ciudad de Bucaramanga y por lo tanto la comuna analizada carece de colegios con énfasis en el manejo de los recursos hídricos y energéticos, se busca una localización central

en la comuna en concordancia a la cobertura de equipamientos escolares. Por otro lado, de acuerdo al cuadro de necesidades se toman como lote las dos manzanas ubicadas entre calle 21 y calle 22 con carrera 6 a carrera 8, en el barrio Nariño, esto para cumplir el área que requieren las actividades que se realizaran en la comuna.

Otro aspecto relevante para el proyecto es su ubicación en una comuna que cuenta con gran área de la escarpa de Bucaramanga, ya que esta es un pulmón verde de la ciudad tan importante. Se busca a través de esta tipología de equipamiento escolar educar a sus habitantes, partiendo de la juventud, sobre la preservación de los recursos naturales utilizando la escarpa.

Con la implantación de esta edificación se espera a futuro los colegios vecinos en la comuna adopten este tipo de educación ambiental, esto además en cumplimiento de la RESOLUCIÓN 0549 (10 JUL 2015), en la cual se dictan y reglamentan los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones:

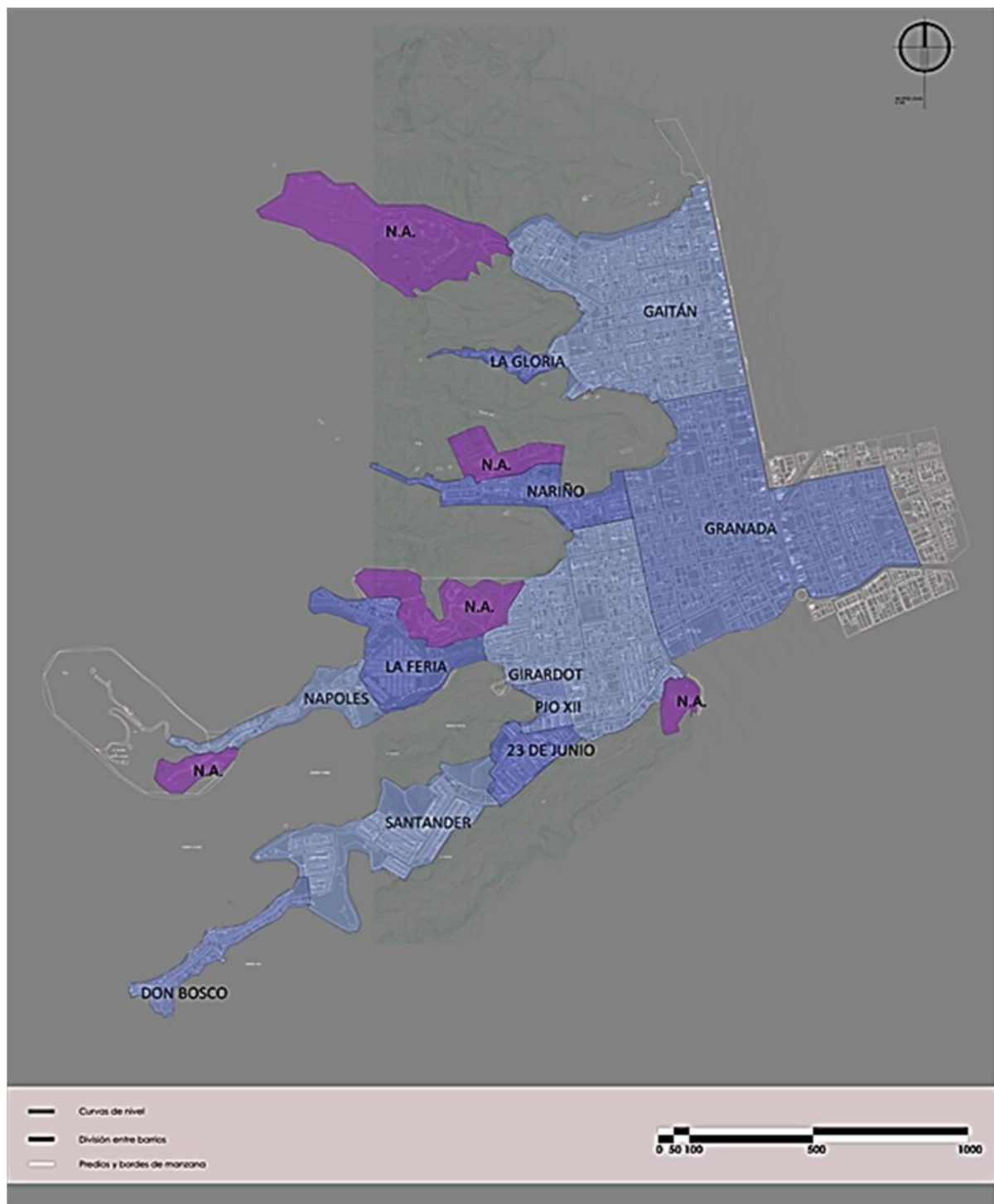


Figura 49 División política de la comuna 4.

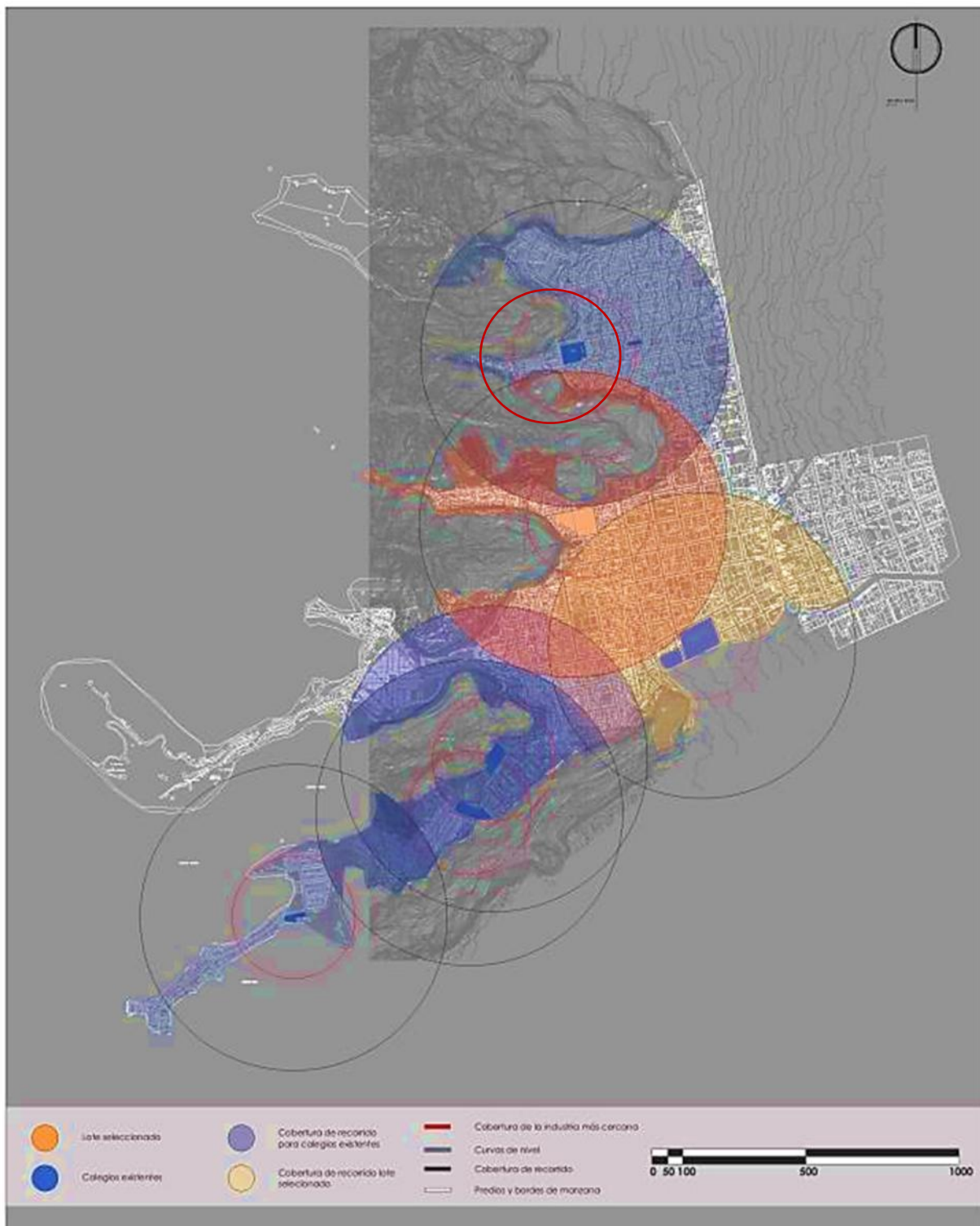


Figura 50 Localización del lote seleccionado.

6. Componente bioclimático

6.1 Objetivos

6.1.1 General:

Diseñar un plantel educativo de básica secundaria y media técnica bioclimático y urbano, bajo parámetros específicos que guíen a la optimización de los recursos naturales, sistemas técnicos de sostenibilidad hídrica y energética con el propósito de formar nuevas generaciones competitivas en sostenibilidad.

6.1.2. Específicos

- Recolección, traficación y graficación de datos climáticos de la ciudad de Bucaramanga.
- Establecer las estrategias bioclimáticas pasivas y activas que correspondan a la graficación de los datos climáticos de la localización, es decir, la ciudad de Bucaramanga.
- Desarrollar los conceptos de aulas y espacios dotados de tecnología avanzada para la educación en procesos de recolección y aprovechamiento de agua y energía solar como un componente complementario a la educación básica.
- Proponer una composición formal que surja de los aprovechamientos medioambientales y las estrategias bioclimáticas pasivas y activas, además de las actividades que se realicen en cada espacio.

6.2. Inventario vegetal

6.2.1 Existente

Astronium graveolens Jacq

Familia: Anacardiaceae

Gusanero: Se recomienda como especie para restauración de zonas secas degradadas, es fácil de propagación, puede utilizarse en parques y zonas verdes. Alcanza 30 m de altura.



Figura 51 Gusanero

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

Cestrum nocturnum L

Familia: Solanaceae

Galán de la noche: Arbusto de 2 a 3 m de altura. Usado como ornamento para antejardines, excelente para aromatizar las noches.



Figura 52 Galán de la noche.

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

Cyrtostachys renda Blume.

Familia: Arecaceae

Palma roja: Alcanza 5 m de altura, hojas largas de color verde y raquis rojo. Recomendada para parques y materas, antejardines y jardines internos.



Figura 53 Palma roja

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

Syzygium jambos (L) Aiston.

Familia: Myrtaceae

Pomarroso: Alcanza 10 m de altura, Ornamental, se recomienda sembrar en parques y zonas verdes y a una distancia no menor a 4 m de las construcciones. Se debe podar para evitar problemas con las redes eléctricas.



Figura 54 Pomarroso.

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

6.2.2 Propuesta

Astronium graveolens Jacq

Familia: Anacardiaceae

Gusanero: Se recomienda como especie para restauración de zonas secas degradadas, es fácil de propagación, puede utilizarse en parques y zonas verdes. Alcanza 30 m de altura.



Figura 55 Gusadero.

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

Jacaranda caucana Pittier

Familia: Bignoniaceae

Gualanday: Es una especie recomendada como ornamental para zonas verdes y parques, glorietas. Alcanza 25 m de altura.



Figura 56 Gualanday.

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

Cochlospermum orinocense (Kunth) Steud

Familia: Cochlospermaceae

Poro-Poro: Es una especie rara, por ser una especie nativa, debería incrementarse su siembra en áreas verdes y zonas de conservación. Alcanza 25-30 m.



Figura 57 Poro-poro.

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

Mabea montana Mull. Arg.

Familia: Euphorbiaceae

Macanillo: Especie recomendada para áreas de conservación y restauración. Alcanza una altura de hasta 15m.



Figura 58 Macanillo.

Tomado de: (Flora urbana del área metropolitana de Bucaramanga CDMB.)

6.3 Recolección de datos climáticos

6.3.1. Tabulación

		TEMPERATURA												PROMEDIO ANUAL
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2010	MAXIMA	26,09	26,26	25,85	25,90	25,69	25,06	24,66	24,66	24,74	24,65	22,89	23,45	21,44
	MINIMA	18,52	19,21	19,04	18,77	18,41	17,84	17,52	17,52	17,08	17,39	16,47	16,91	
	PROMEDIO	22,31	22,74	22,44	22,33	22,05	21,45	21,09	21,09	20,91	21,02	19,68	20,18	
2011	MAXIMA	24,53	24,80	24,74	25,20	25,25	25,46	25,37	26,15	25,57	24,01	24,19	24,01	21,22
	MINIMA	17,35	17,59	17,31	17,49	17,76	17,90	17,54	17,52	17,58	17,05	17,40	17,46	
	PROMEDIO	20,94	21,20	21,02	21,34	21,50	21,68	21,45	21,83	21,57	20,53	20,80	20,73	
2012	MAXIMA	24,39	24,97	25,14	24,74	25,13	25,30	25,54	25,65	25,96	25,21	25,02	24,51	21,44
	MINIMA	17,68	17,93	17,76	17,56	18,01	17,83	17,92	17,60	17,67	17,36	17,90	17,68	
	PROMEDIO	21,04	21,45	21,45	21,15	21,57	21,56	21,73	21,62	21,81	21,29	21,46	21,10	
2013	MAXIMA	25,93	25,77	25,32	28,21	25,36	26,60	24,86	25,67	24,80	27,80	26,90	25,54	22,32
	MINIMA	18,41	18,93	18,49	20,62	17,74	18,71	17,99	18,50	19,70	18,70	19,70	18,71	
	PROMEDIO	22,17	22,35	21,90	24,42	21,55	22,66	21,42	22,09	22,25	23,25	23,30	22,13	
2014	MAXIMA	25,25	25,47	25,60	26,24	25,75	25,93	26,70	26,03	25,84	25,13	24,36	24,94	21,85
	MINIMA	18,52	18,47	19,20	18,43	18,25	18,47	18,55	17,59	17,90	17,55	17,71	17,65	
	PROMEDIO	21,89	21,97	22,40	22,33	22,00	22,20	22,63	21,81	21,87	21,34	21,04	21,30	
2015	MAXIMA	25,38	26,60	25,67	24,78	26,50	24,80	25,70	26,80	25,80	24,80	25,50	25,90	21,74
	MINIMA	18,09	19,30	17,89	18,90	19,70	18,70	19,30	18,70	17,67	18,65	19,40	19,60	
	PROMEDIO	21,74	22,95	21,78	21,84	23,10	21,75	22,50	22,75	21,74	21,73	22,45	22,75	
2016	MAXIMA	27,60	28,10	28,00	26,10	26,30	26,50	26,30	27,30	26,60	26,10	26,10		
	MINIMA	19,20	20,00	19,90	19,10	19,10	18,30	18,20	18,40	18,40	18,20	18,50		
	PROMEDIO	23,40	24,05	23,95	22,60	22,70	22,40	22,25	22,85	22,50	22,15	22,30		
PROMEDIO	MAXIMA	25,60	26,00	25,76	25,88	25,71	25,66	25,59	26,04	25,62	25,39	25,00	24,72	
	MINIMA	18,25	18,78	18,51	18,70	18,42	18,25	18,14	17,98	18,00	17,84	18,15	18,00	
	PROMEDIO	18,58	18,95	18,71	19,06	18,83	18,76	18,69	18,74	18,59	18,45	18,39	18,31	

Figura 59 Tabulación de Temperatura.

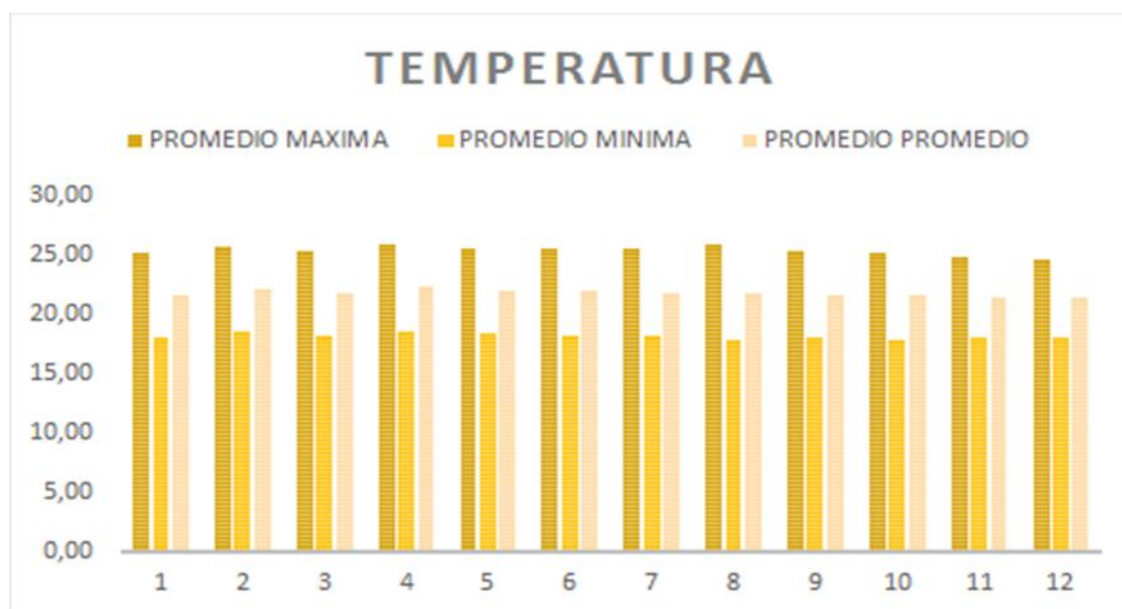


Figura 60 Temperatura

		HUMEDAD												PROMEDIO MENSUAL
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
2010	MAXIMA	76,52	84,92	64,57	85,52	89,80	89,82	90,45	88,93	92,63	90,58	88,08	91,19	71,30
	MINIMA	50,55	55,86	43,80	55,01	57,71	57,90	59,58	58,05	58,10	58,14	60,94	62,50	
	PROMEDIO	63,53	70,39	54,19	70,27	73,75	73,86	75,02	73,49	75,37	74,36	74,51	76,84	
2011	MAXIMA	85,26	89,01	88,60	90,45	91,14	89,79	88,98	88,11	87,82	82,73	93,04	97,41	73,43
	MINIMA	56,16	61,73	58,14	58,26	58,36	58,09	54,90	51,32	60,78	53,49	51,64	67,18	
	PROMEDIO	70,71	75,37	73,37	74,36	74,75	73,94	71,94	69,71	74,30	68,11	72,34	82,30	
2012	MAXIMA	88,90	83,66	69,98	75,10	90,53	86,63	84,51	86,35	83,59	83,59	83,24	80,74	59,22
	MINIMA	59,38	55,96	46,00	49,07	37,02	43,89	35,32	24,24	22,88	22,88	18,83	9,10	
	PROMEDIO	74,14	69,81	57,99	62,08	63,77	65,26	59,92	55,30	53,23	53,24	51,03	44,92	
2013	MAXIMA	79,68	82,29	53,80	85,03	80,55	74,98	76,60	76,80	80,60	76,30	75,40	68,96	41,89
	MINIMA	27,69	5,74	5,55	6,32	6,15	4,67	8,09	25,20	18,60	9,40	7,90	4,10	
	PROMEDIO	53,69	44,01	29,68	45,67	43,35	39,82	42,34	51,00	49,60	42,85	41,65	36,53	
2014	MAXIMA	51,11	54,35	54,35	53,35	64,45	63,90	64,01	74,77	60,62	50,96	71,23	56,87	31,77
	MINIMA	3,08	3,07	3,07	2,99	3,25	3,25	3,03	3,34	2,83	2,76	2,85	2,81	
	PROMEDIO	27,10	28,71	28,71	28,17	33,85	33,57	33,52	39,06	31,72	26,86	37,04	29,84	
2015	MAXIMA	77,22	79,35	80,60	79,86	81,25	84,67	78,40	69,98	74,80	75,80	68,13	67,90	47,57
	MINIMA	17,92	19,40	15,70	13,60	16,90	15,70	11,90	12,45	16,90	26,80	15,30	17,50	
	PROMEDIO	47,57	49,38	48,15	46,73	49,08	50,19	45,15	41,22	45,85	51,30	41,72	42,70	
PROMEDIO	MAXIMA	76,45	78,93	68,65	78,22	82,95	81,63	80,49	80,82	80,01	76,66	79,85	77,18	
	MINIMA	35,80	33,63	28,71	30,88	29,90	30,58	28,80	29,10	30,01	28,91	26,24	27,20	
	PROMEDIO	56,12	56,28	48,68	54,55	56,43	56,11	54,65	54,96	55,01	52,79	53,05	52,19	

Figura 61 Tabulación Humedad Relativa.

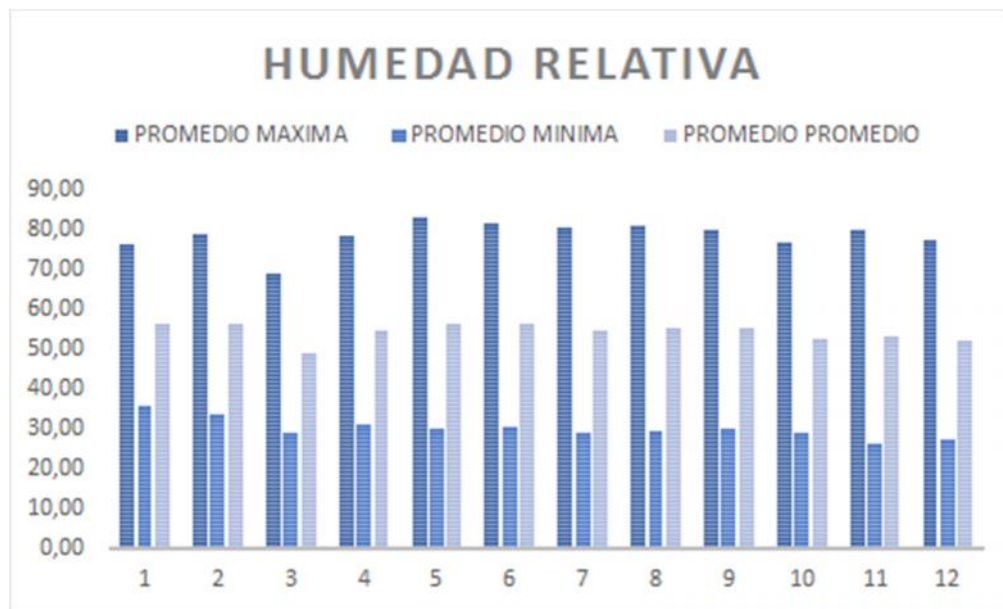


Figura 62 Humedad Relativa.

6.4. Aplicación de herramientas de diseño.

6.4.1. Carta estereográfica.

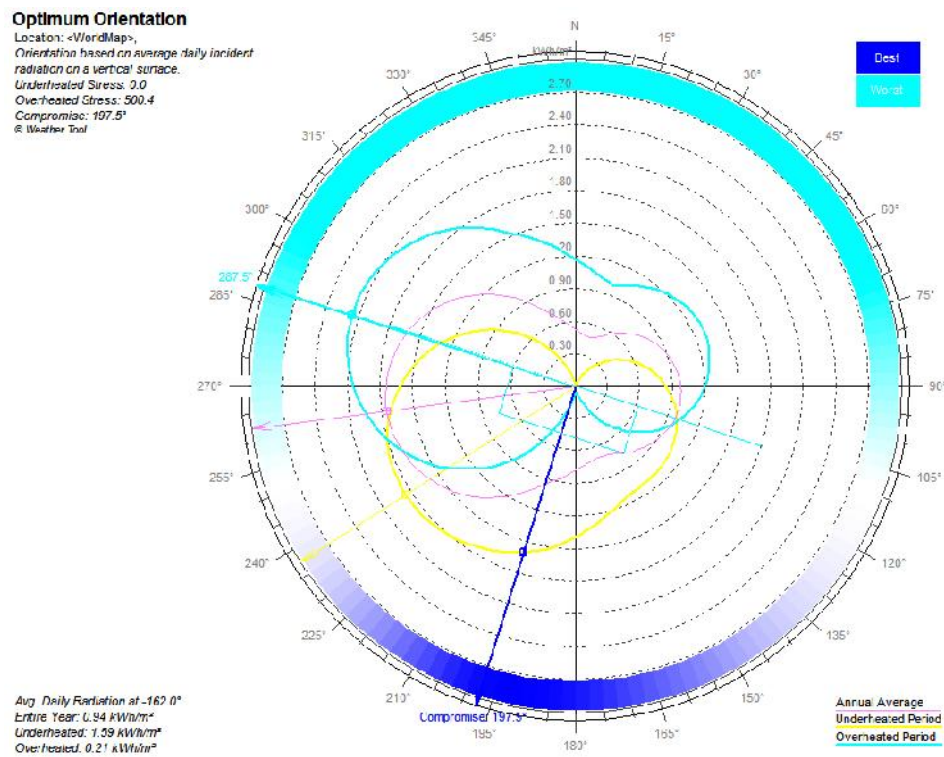


Figura 63 Orientación Ideal Latitud 7°.

6.4.2. Climograma de bienestar de Givonni.

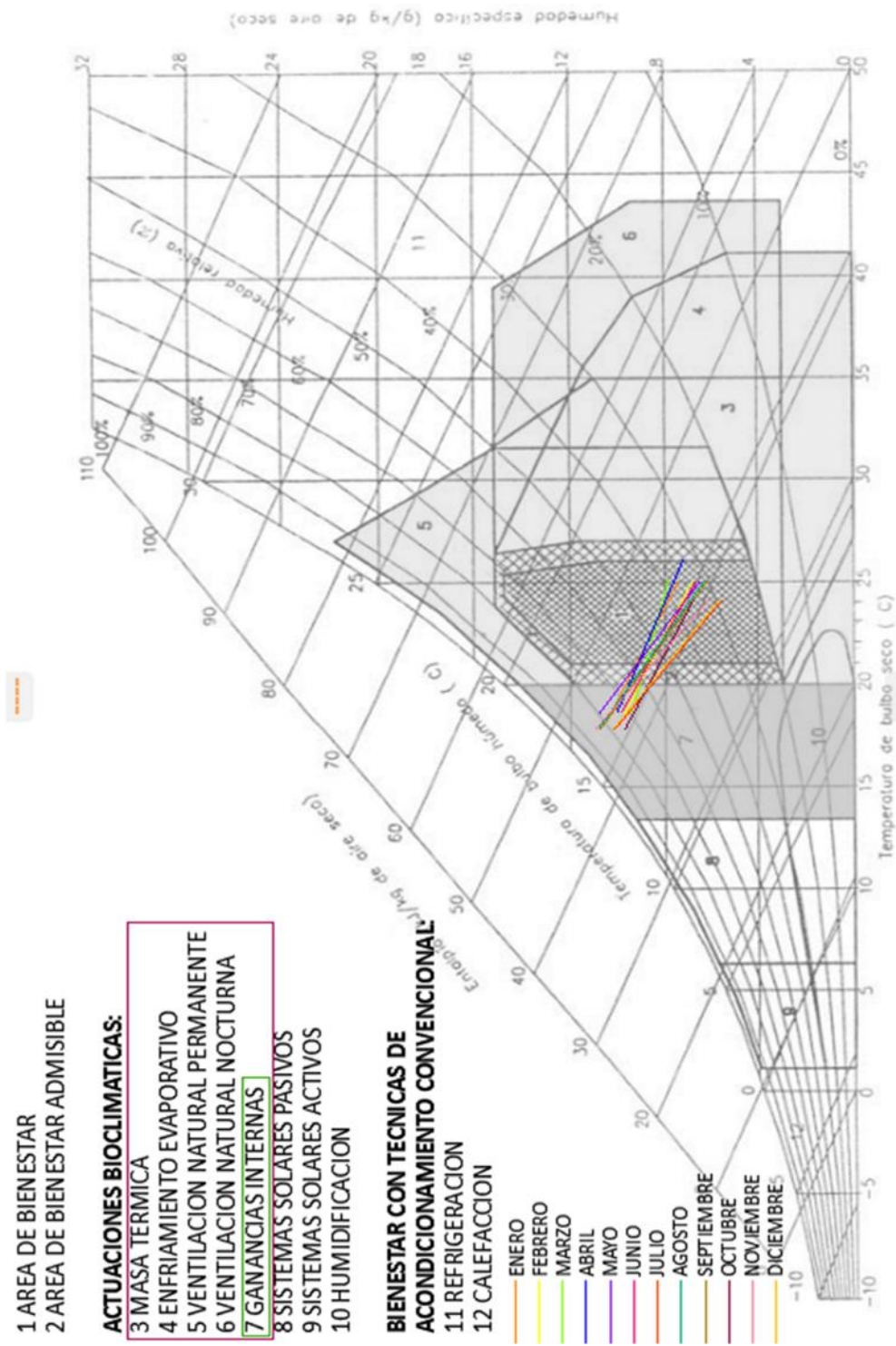


Figura 64 Diagrama psicrométrico de Givonni.

6.5. Análisis de sombras.

Figura 65 Análisis de sombras.

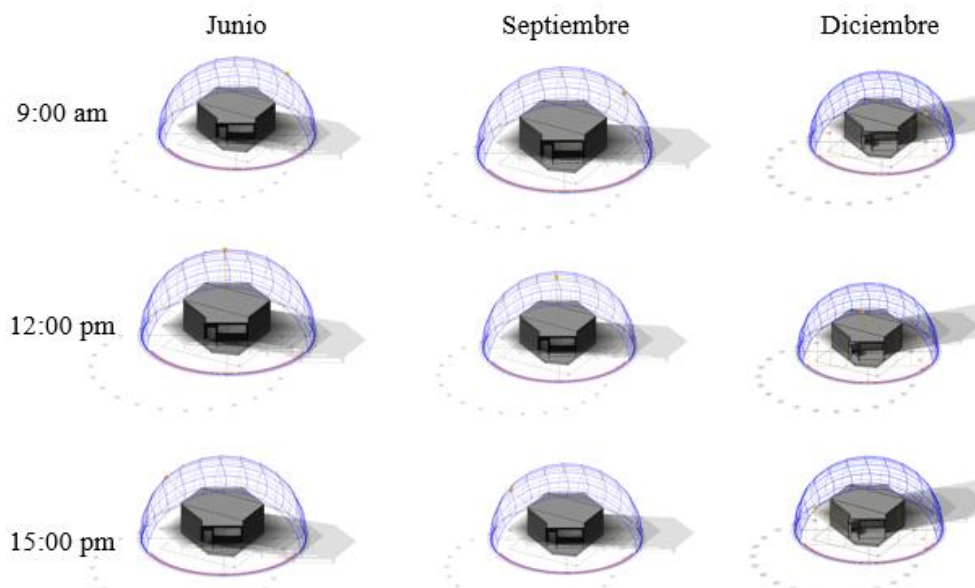
6.6 Análisis de asoleamiento.

Figura 66 Análisis de soleamiento.

6.7. Aplicación de estrategias.

6.7.1. Masa térmica

El modo bioclimático de acumulación de energía óptimo es la utilización de la propia masa del edificio, optimizando por lo tanto las inversiones constructivas. La masa térmica del edificio será, por tanto, el destino de la acumulación, y la inercia térmica, su consecuencia.

La inercia es la dificultad que ofrecen los cuerpos para cambiar el estado en el que se encuentran. La inercia térmica es, por tanto, la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura, y se obtiene cuantificado su masa térmica.

Definición tomada del libro Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, Javier Neila González.

6.7.2. Enfriamiento evaporativo:

Es un enfriamiento adiabático, es decir, son alterar el cómputo total de energía de un ambiente, sino simplemente utilizando parte de la energía del aire y los parámetros para evaporar el agua, energía que se mantiene en el ambiente en el calor de vaporación necesario para este proceso y que se recupera cuando se invierte el fenómeno.

La efectividad del enfriamiento evaporativo es muy alta, es necesario un ambiente suficientemente seco y exponer el agua a una corriente de aire.

Definición tomada del libro Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, Javier Neila González.

6.7.3. Ventilación natural permanente:

La ventilación más adecuada es la ventilación cruzada entre huecos situados en fachadas distintas; no es necesario que sean opuestas. Dos fachadas distintas están expuestas a presiones de viento distintas y, por tanto, se establecen diferencias de presiones entre los huecos en estas fachadas, lo que provoca la ventilación natural permanente.

Si las fachadas son opuestas y una está sometida a vientos, en ella se crearán presiones, mientras que en la opuesta se producirán depresiones, lo que hace que las diferencias sean aún mayores y la ventilación más eficaz. También se puede incrementar el efecto de esta ventilación cuando los huecos están no solo en planos distintos sino a alturas diferentes.

Definición tomada del libro Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, Javier Neila González.

6.7.4 Ventilación natural nocturna:

Las estrategias de enfriamiento mediante ventilación nocturna pueden **acompañarse de técnicas derivadas del enfriamiento evaporativo, por ejemplo, en climas muy secos resulta muy eficiente hacer circular una corriente de aire nocturna que atraviese una superficie de agua antes de entrar en nuestra casa.**

De igual forma es muy interesante como estrategia de enfriamiento situar vegetación en las zonas próximas a nuestro edificio, que no sólo ayudarán a tener zonas sombreadas, sino que gracias a la humedad acumulada por las masas verdes podrán ayudar a enfriar las corrientes de aire que circulen por el interior de nuestros edificios.

La arquitectura popular aprovechado este fenómeno a lo largo de los siglos, consiguiendo refrescar el interior de nuestras viviendas y edificios durante la noche y manteniendo, gracias a la inercia térmica de grandes muros, ambientes frescos durante todo el día. En la actualidad se puede sustituir el efecto derivado de la gran inercia térmica de los muros de los antiguos edificios por un aislamiento colocado en la cara exterior del muro, de esta forma lograremos que el calor se acumule en el interior del cerramiento. En invierno nos podremos aprovechar del calor acumulado en el cerramiento durante la noche y en verano, podremos utilizar el efecto de pared fría aprovechando durante el día el frescor de las superficies de los cerramientos interiores de nuestras casas o edificios.

Definición tomada de: ®redactado por equipo editorial de construccion.vilssa

6.7.5 Ganancias internas:

Representa las condiciones controladas por ganancias internas. Es una zona de frío moderado en la que la energía que falta para alcanzar el confort se obtienen simplemente por el calor generado por los ocupantes, iluminación y equipos. En este caso se presentaría en las noches y debido a que el edificio no se encuentra en uso durante estas horas no se requeriría.

Definición tomada del libro Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, Javier Neila González.

Conclusiones

Se concluye que debido a que el proyecto se localiza en un clima cálido húmedo la gráfica del climograma de bienestar de Givoni representa estrategias correspondientes a los datos tabulados, los cuales se obtuvieron del IDEAM. Las estrategias que son pertinentes en este caso son: masa térmica (Inercia térmica), enfriamiento evaporativo, ventilación natural permanente, ventilación natural nocturna.

De la gráfica se obtiene que hacia la derecha la zona de bienestar puede ampliar en función de la masa térmica del edificio, representada por los tipos de materiales de la construcción; el enfriamiento evaporativo, que se produce cuando una corriente de aire seco y cálido pasa sobre una superficie de agua, parte de la cual se evapora produciendo un doble efecto positivo: descenso de la temperatura por la energía utilizada en el proceso de evaporación y aumento de la humedad ambiental. Al estar fuera de estos límites, solo se pueden conseguir las condiciones adecuadas con sistemas mecánicos de ventilación y deshumificación.

Por otro lado, se tiene que hacia la izquierda del gráfico la zona de confort se extiende siempre que se produzca calentamiento, que puede ser calentamiento pasivo, es decir, utilizando la radiación solar directa, durante el día, o el calor almacenado en acumuladores, durante la noche y calentamiento mecánico, mediante el uso de sistemas convencionales de calefacción.

Referencias Bibliográficas

Abdulla & Shareef, (2006), cepis, y texas water development borrad.

Aljure J.P. (2009). Proyecto de grado proposed energy curriculum guidelines for k- 12 schools in colombia de una maestría con la ayuda de mining and energy planning unit of colombia.

Archdaily. (21 de mayo de 2011). *Escuela Gloria Marshall / SHW Group. Tipología internacional*. Recuperado el abril de 2016, de <http://www.archdaily.co/co/02-80550/escuela-gloria-marshall-shw-group>

BREEAM (sf) (building research establishment environmental assessment methodology): certificación española.

Birkäuser V. ag. (sf)Energy manual sustainable architecture, basel boston berlin.

Camacol. (15 de julio 2015). *Guia de construcción sostenible*. Recuperado el abril de 2016, de <http://camacol.co/sites/default/files/IT-Reglamentos/ANEXO%201%20Guia%20de%20construccion%20sostenible%20-%20JULIO%208%202015.pdf>

Camacol. (julio 8 de 2015). *Guía de construcción sostenible. Medidas de ahorro sostenible de la energía y el agua, Energía . Medidas activas y Agua*. Colombia.

Colegio Rochester. (2016). *Quienes somos*. Recuperado el abril de 2016, de <http://www.rochester.edu.co/>

Compañía del Cuerpo De Indias. (2014). *el colegio del cuerpo*. 16 de octubre de 2015, Recuperado de: <http://elcolegiodelcuerpo.org/es/>

Congreso de Colombia. (1994). *Ley 115 de 1994. (febrero 8). Por la cual se expide la ley general de educación*. Colombia.

Cruz-Ardila J. C. s Cardona-Gómez J. C. & Hernández-Porras D. M. (2013). aplicación electrónica para el ahorro de energía eléctrica utilizando una energía alternativa. 16 de octubre de 2015, Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s1900-38032013000200017&script=sci_arttext

DANE. Censo 2005. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/censos>

Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. (1998). *“El huerto escolar y la educación ambiental” 1ª Edición*. País Vasco: Imprenta Luna.

Ecocosas. (16 de agosto de 2011). *Captación de aguas lluvias*. Recuperado el abril de 2016, de <http://ecocosas.com/arq/captacion-de-agua-de-lluvia/>

El Economista. (26 de julio de 2013). *Isla Urbana, el agua donde se necesita Infografía de captación de aguas lluvia*. Recuperado el abril de 2016, de <http://eleconomista.com.mx/distrito-federal/2013/07/26/isla-urbana-agua-donde-se-necesita>

Fuchs, h, Zeumer S (2008), *energy manual sustainable architecture*, basel boston berlin. birkäuser verlag ag.

Gaviria & Barrientos (2001). *los determinantes de la calidad de la educación en bogotá para 1999*

Gómez J.A., Valencia J. H. “revisión y actualización del libro “fundamentos de control eléctrico industrial” facultad iee; universidad pontificia bolivariana; cir. 1 # 70-0, b11, medellín, colombia.

Grupo Servicios Aragón (2014). *placas solares fotovoltaicas*. 01 de mayo de 2016, Recuperado de [:http://www.gsazaragoza.com/placas-solares-fotovoltaicas-como-funciona-su-tecnologia-infografia/#prettyphoto](http://www.gsazaragoza.com/placas-solares-fotovoltaicas-como-funciona-su-tecnologia-infografia/#prettyphoto)

Grupos De Investigación De La Citce. (Julio de 2009). *Arquitectura y pedagogía en el desarrollo de la arquitectura moderna*. Educación y pedagogia, 21, 54.

Ministerio de Educación Nacional. (Marzo de 2006). *Normas Técnicas Colombianas NTC 4595 y NTC 4596. 2006 - Segunda Edición Bogotá, Colombia.* . Recuperado el abril de 2016, de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (1997). *Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente.* Colombia.

National Aeronautics and Space Administration. (s.f.). *National Aeronautics and Space Administration Energía solar fotovoltaic.* Recuperado el abril de 2016, de science.nasa.: <http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/>

La Roche P. (214) Carbon neutral architectural design,

Ovacen. (2013). ejemplos e infografías de renovables; solar, eólica, biomasa, geotérmica, hidráulica y marina. 01 de mayo de 2016, Recuperado de : <http://ovacen.com/infografias-en-energias-renovables/>

Ovacen. (s.f.). *Ovacen. Ejemplos e infografías de renovables; Solar, eólica, biomasa, geotérmica, hidráulica y marina. Ventajas y desventajas.* Recuperado el abril de 2016, de <http://ovacen.com/infografias-en-energias-renovables/>

POT, plan de ordenamiento territorial, bucaramanga.

Rufes Martínez P. (214) libro energía solar térmica

Secretaria de planeación de Bucaramanga. (2014-2027). *Plan de Ordenamiento Territorial de segunda generación 2014 - 2027*. Bucaramanga.

Seia. (s.f.). *Photovoltaic (Solar Electric)*. Recuperado el abril de 2016, de <http://www.seia.org/policy/solar-technology/photovoltaic-solar-electric>

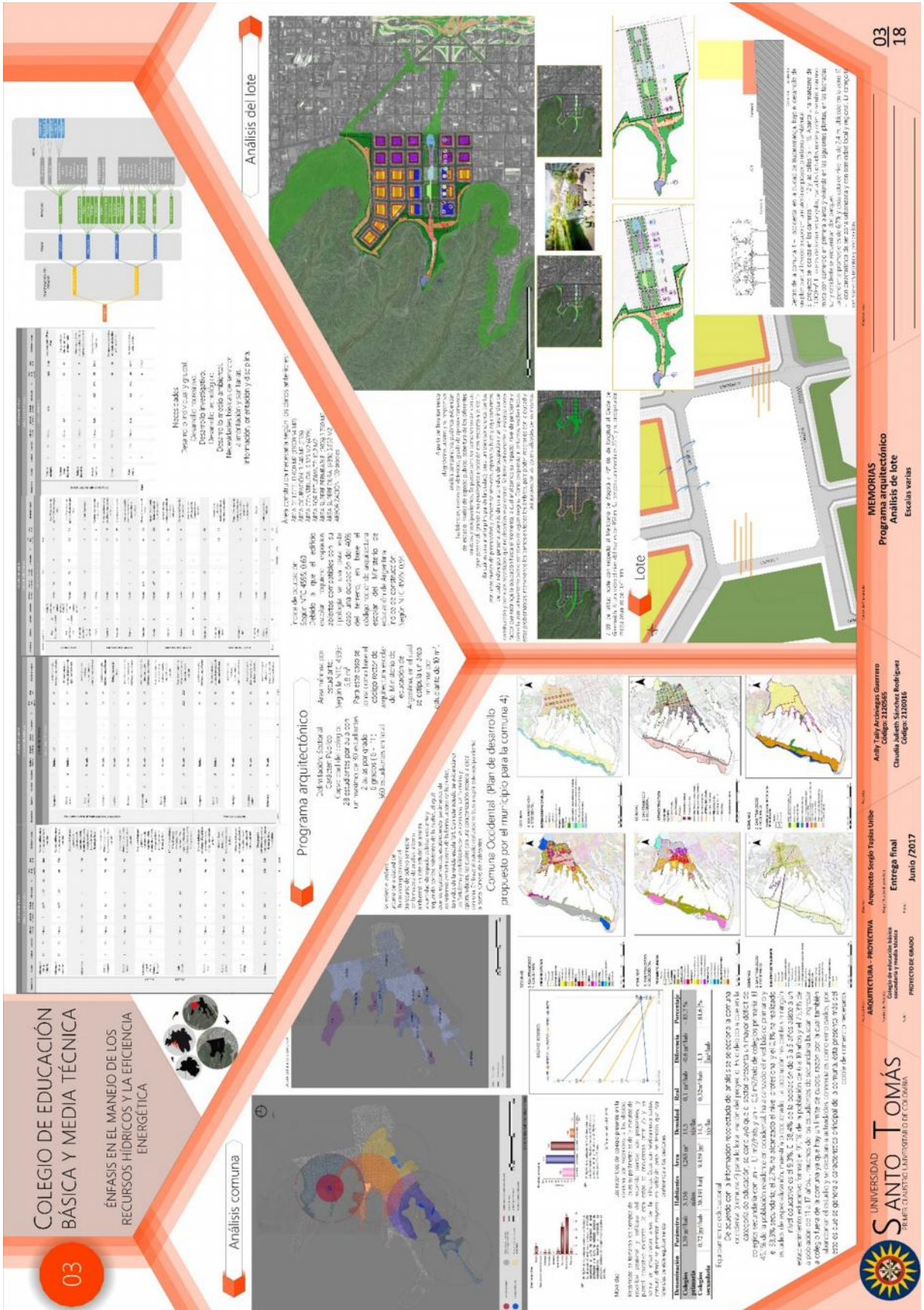
Serrano Yuste. P (2014) ¿Aprovechamiento del agua de lluvia para impedir el aumento del precio del agua? 25 de octubre de 2015, Recuperado de: <http://www.certificadosenergeticos.com/aprovechamiento-agua-lluvia-impedir-aumento-precio>

Tumblr, E. S. (2010). *Kits sistemas de paneles solares fotovoltaicos*. Recuperado el ABRIL de 2016, de <http://eliseosebastian.tumblr.com/post/21406729995/kits-sistemas-de-paneles-solares-fotovoltaicos>

Video programa design: e² the economies of being environmentally conscious. El esfuerzo de ser medioambientalmente conscientes.

[illegible]

[illegible]



Objetivos

Definir un plan estratégico de trabajo sustentable y mediano plazo, considerando los recursos naturales, el patrimonio cultural y el patrimonio construido, para garantizar la sostenibilidad y el bienestar de la comunidad.

Inventario vegetal existente

Elaborar un inventario de la flora y fauna existente en el sitio, considerando la diversidad biológica y el patrimonio cultural.

Climograma de bienestar de Givoni

Analizar el clima del sitio, considerando la temperatura, la humedad, el viento y la radiación solar, para determinar las condiciones de bienestar de la comunidad.

Aplicación de estrategias

Aplicar las estrategias de diseño sostenible, considerando la arquitectura, el paisaje y el urbanismo, para mejorar las condiciones de bienestar de la comunidad.

Materiales

Seleccionar los materiales de construcción, considerando la sostenibilidad, la calidad y el costo.

Orientación

Determinar la orientación del edificio, considerando la orientación solar y la orientación vial.

Análisis de sombreado

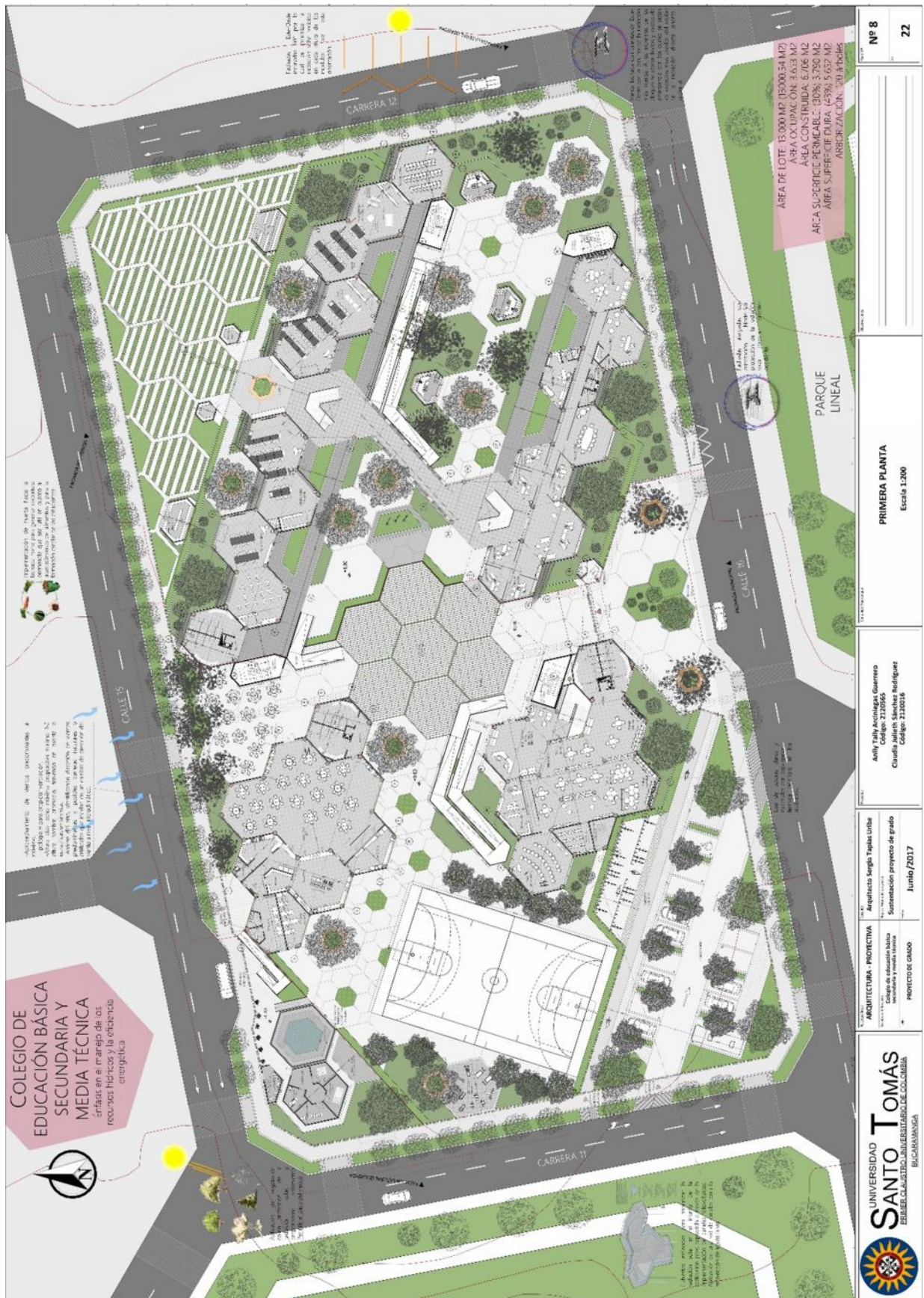
Analizar el sombreado del edificio, considerando la orientación solar y la orientación vial.

Corte transversal

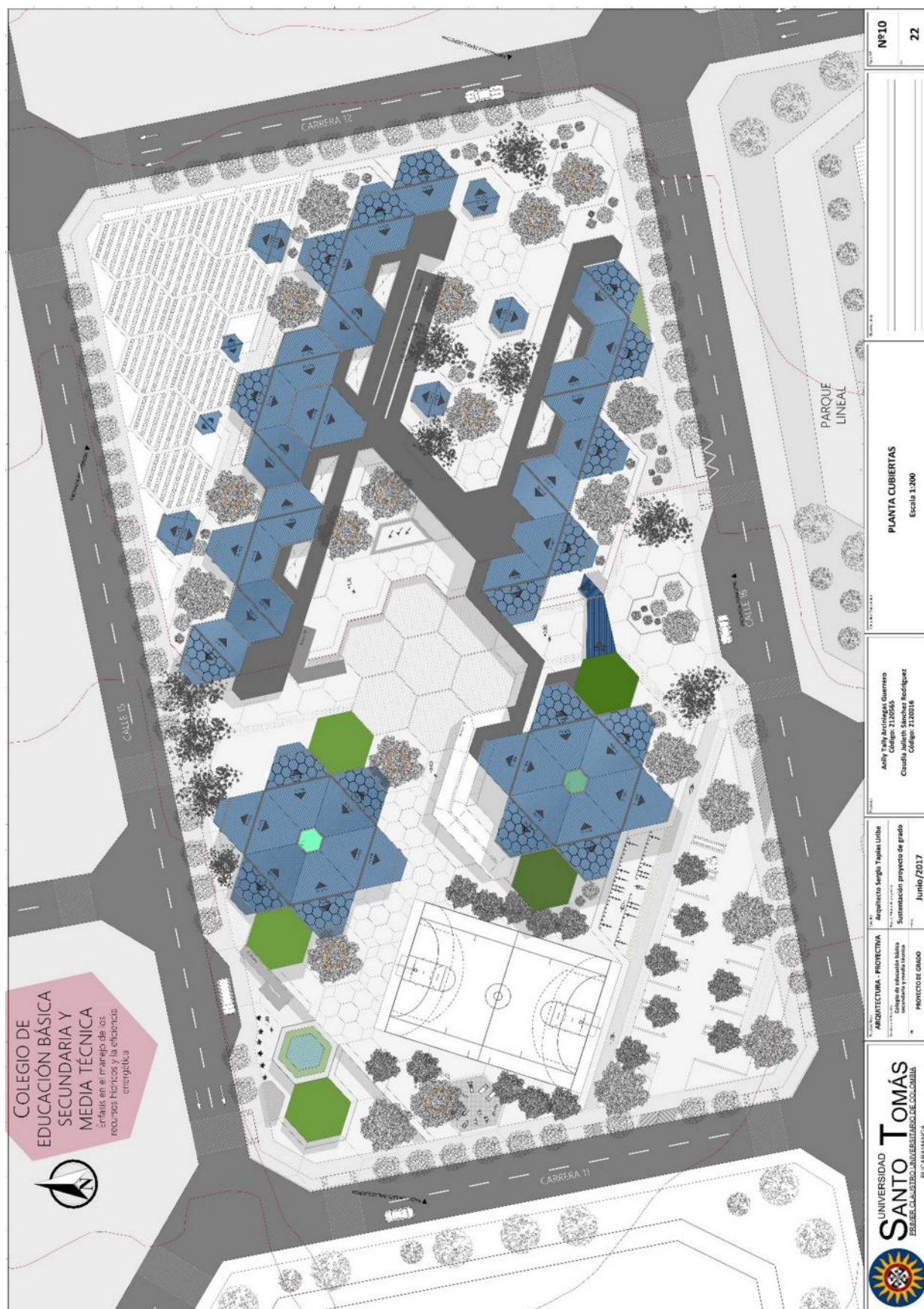
Elaborar un corte transversal del edificio, considerando la altura, la anchura y la profundidad.

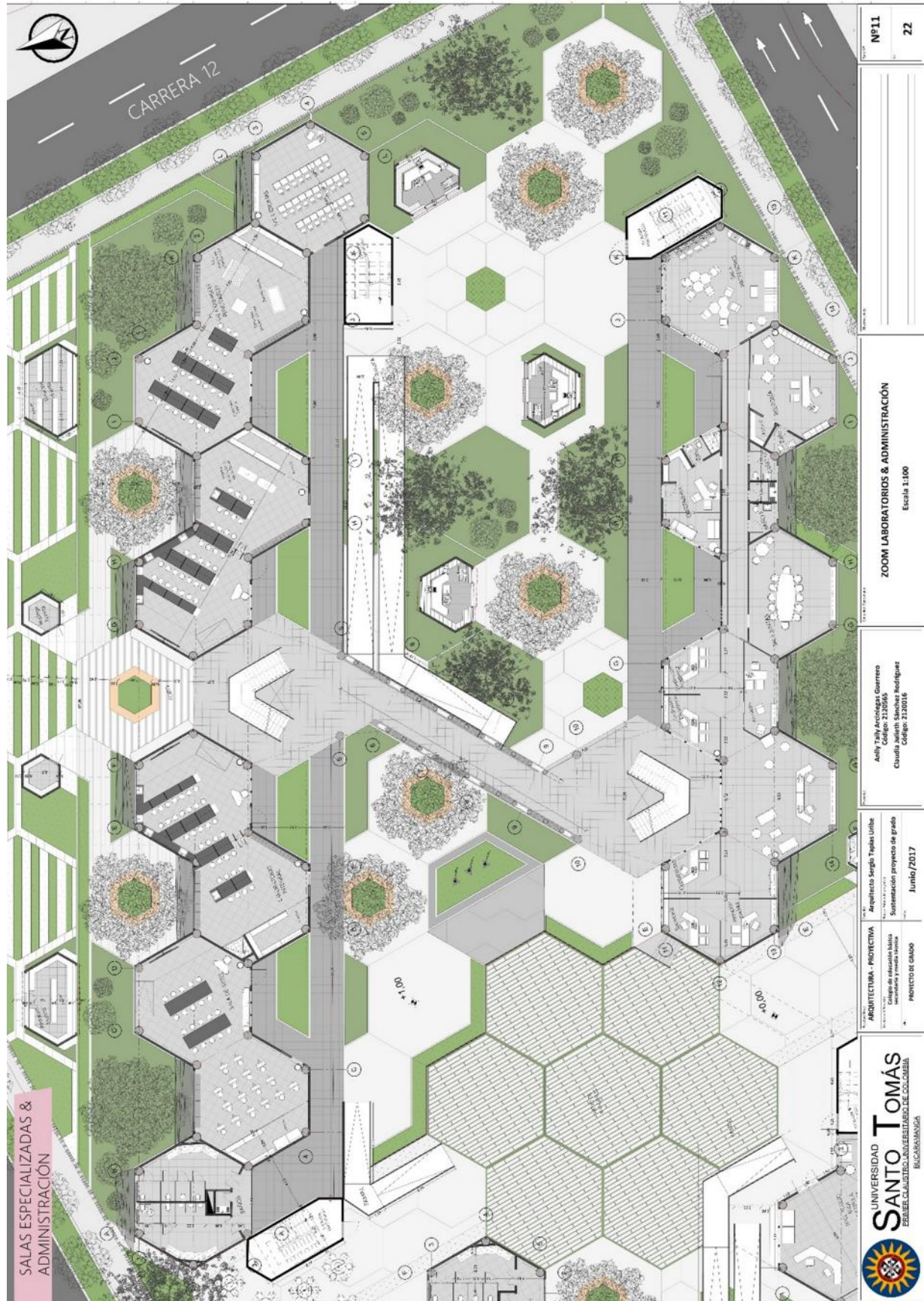


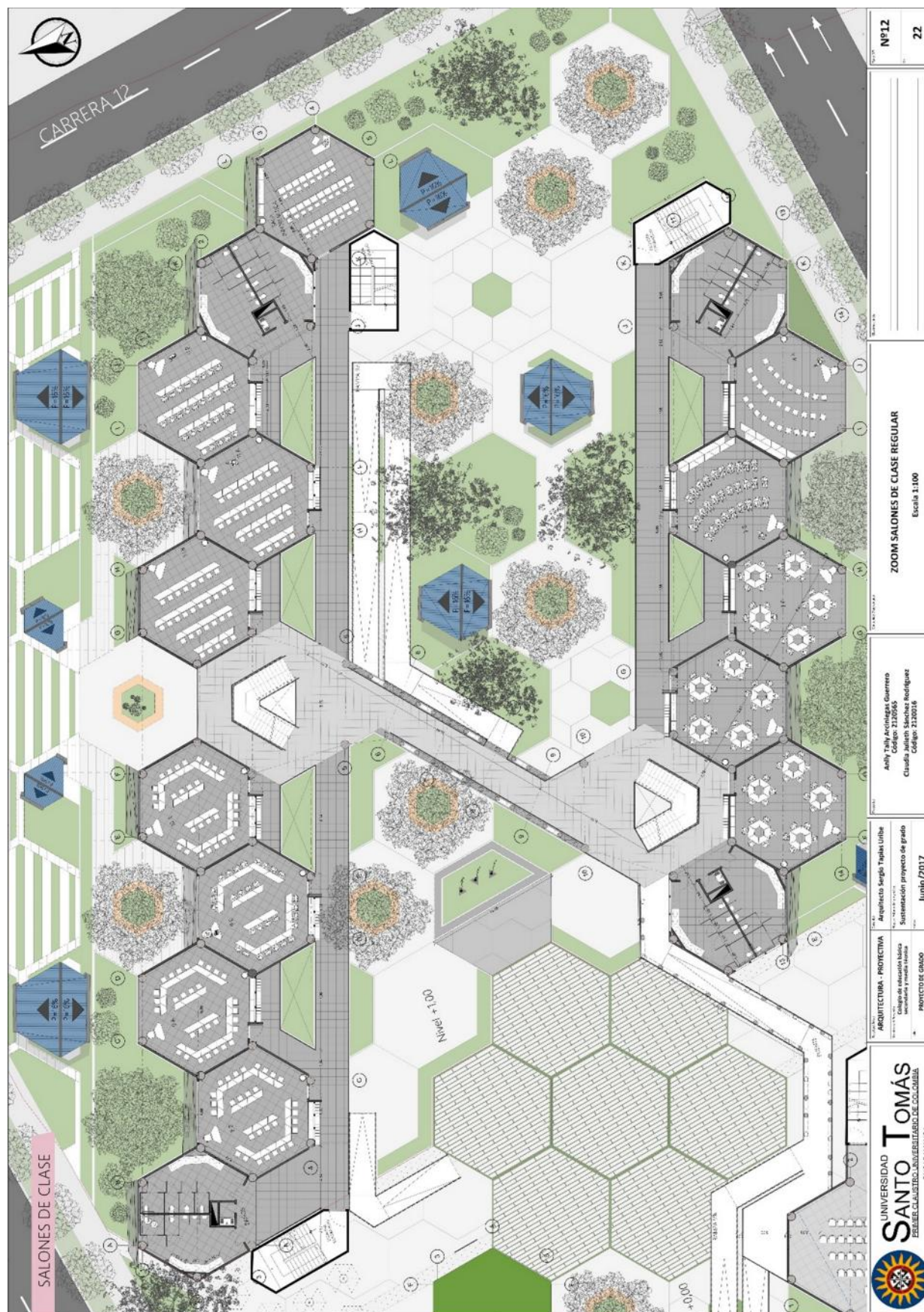




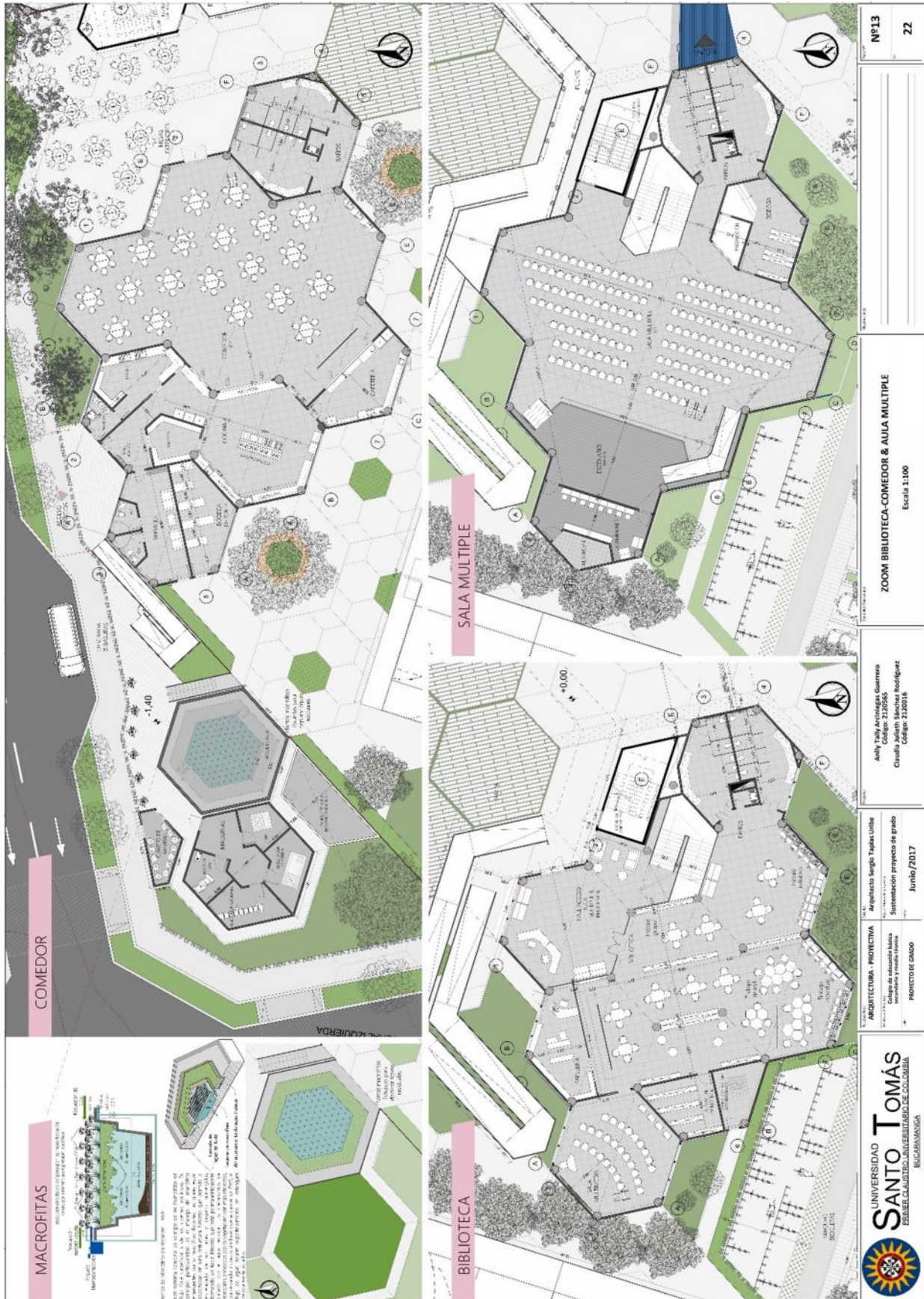


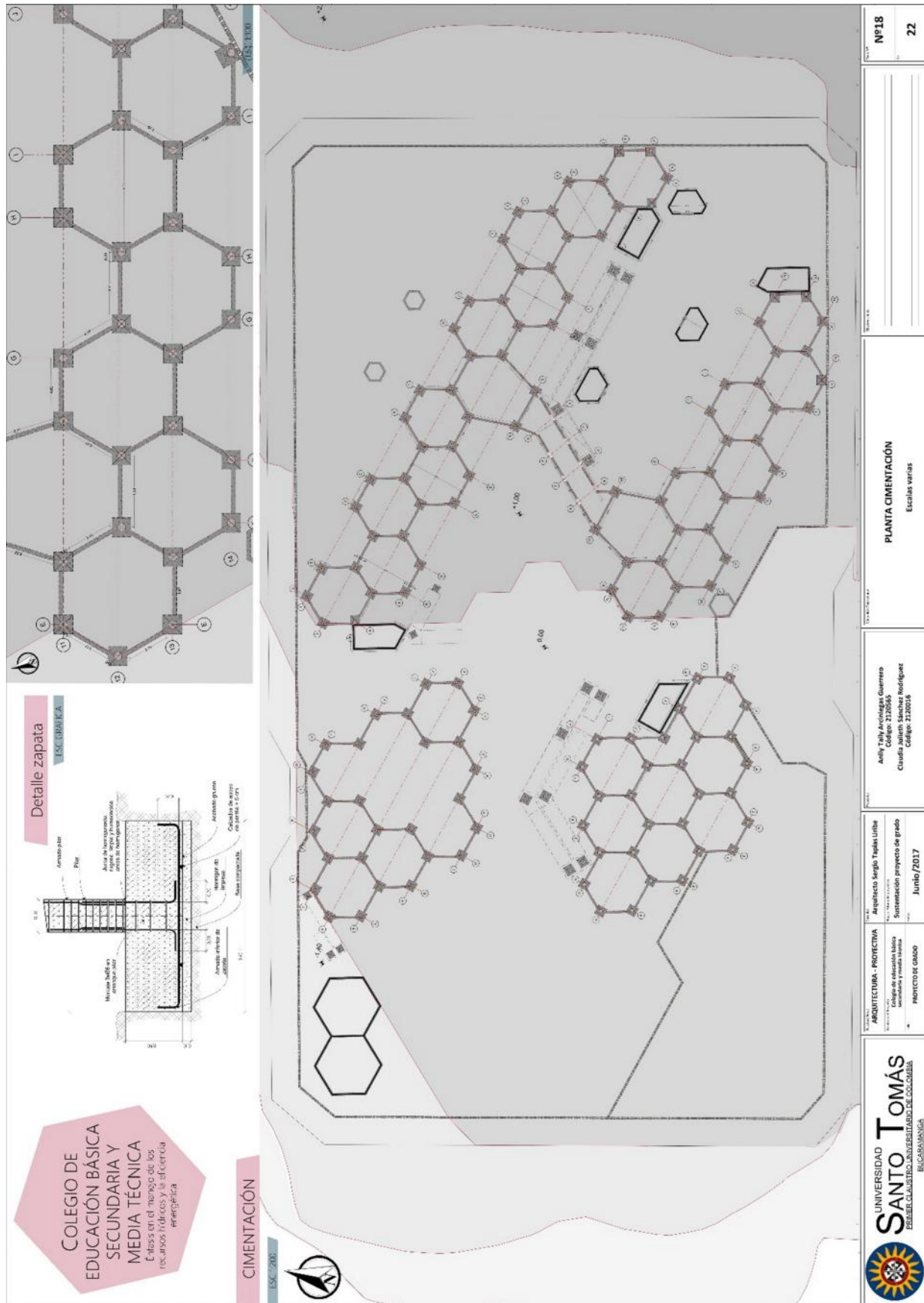


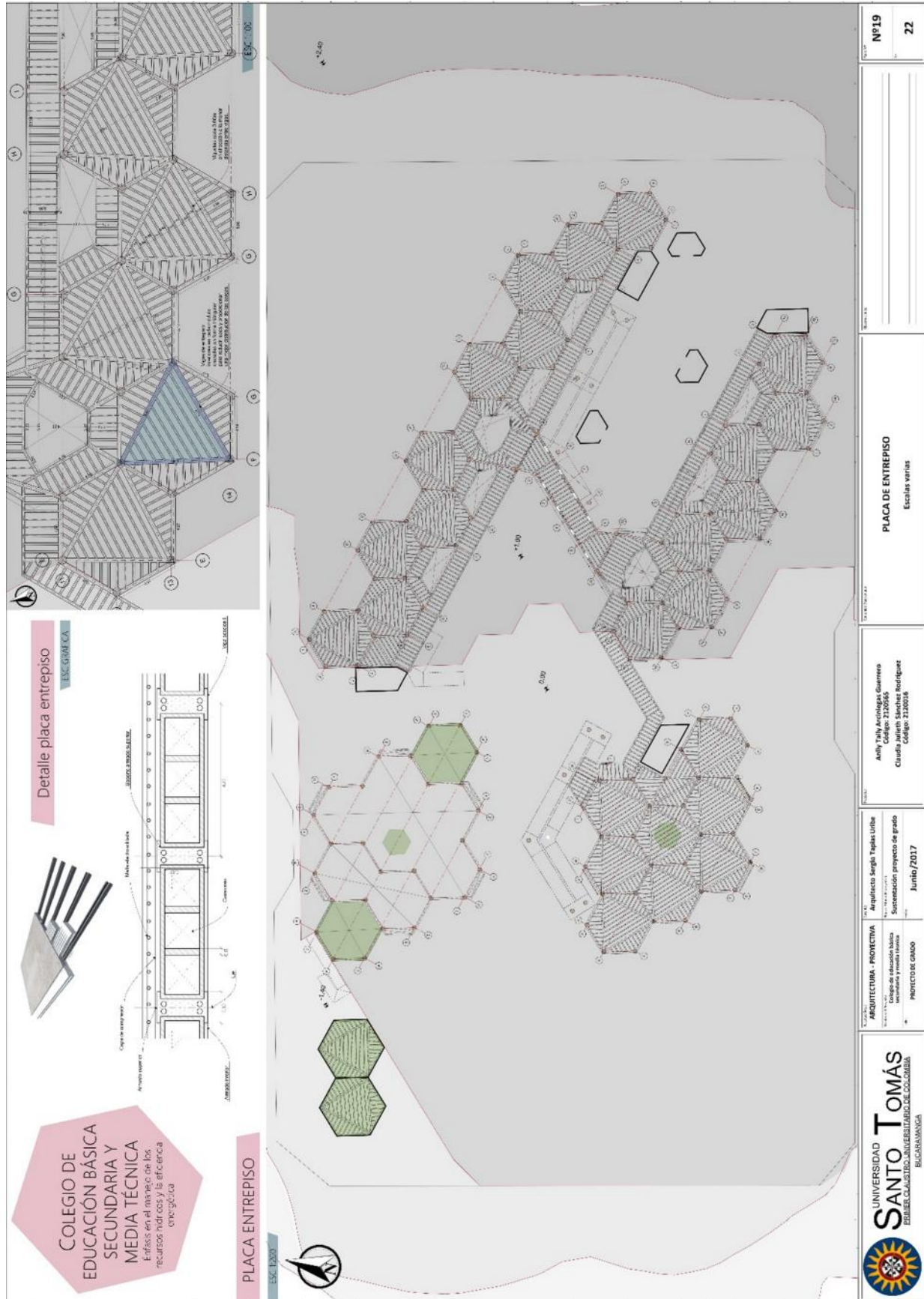


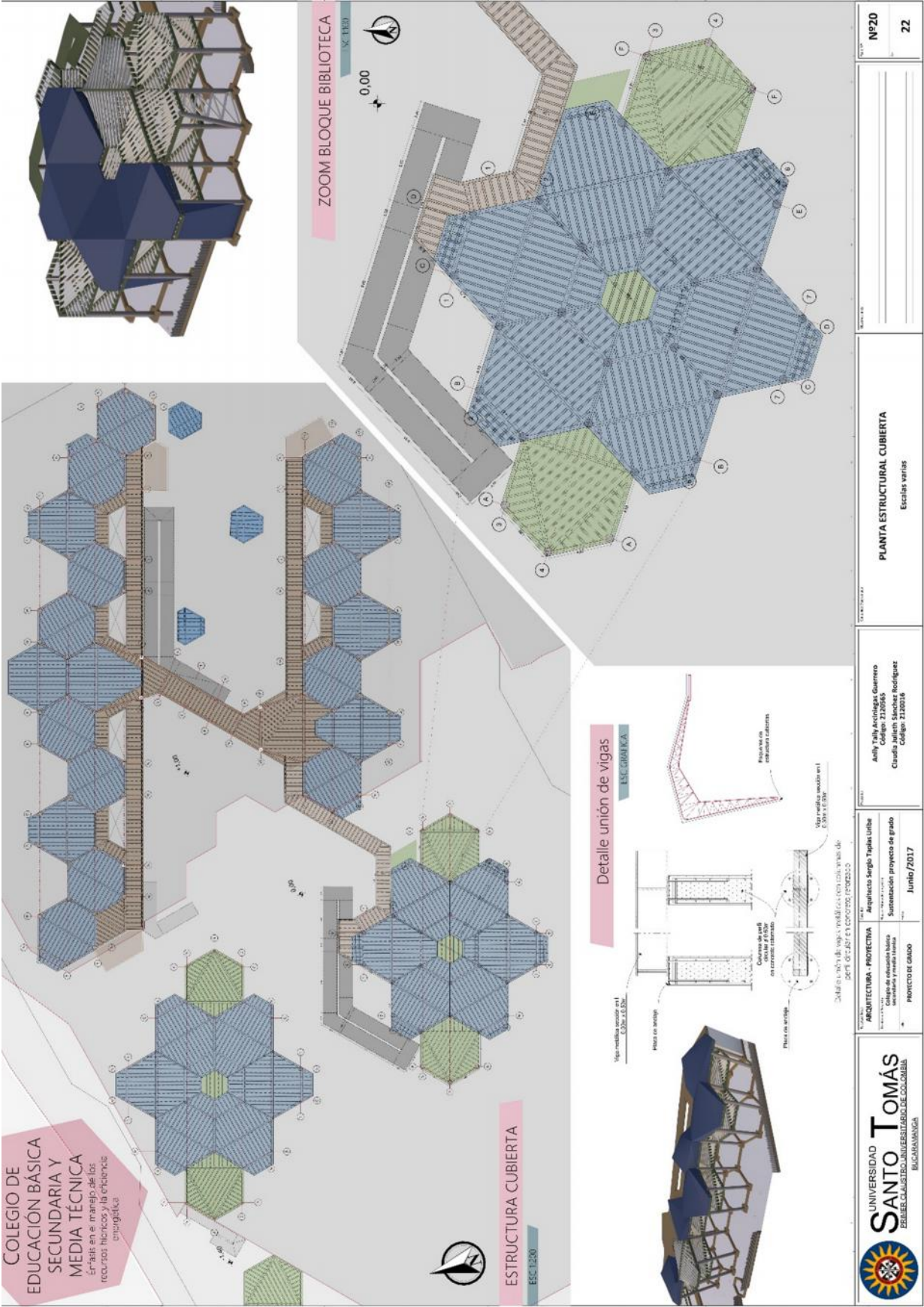


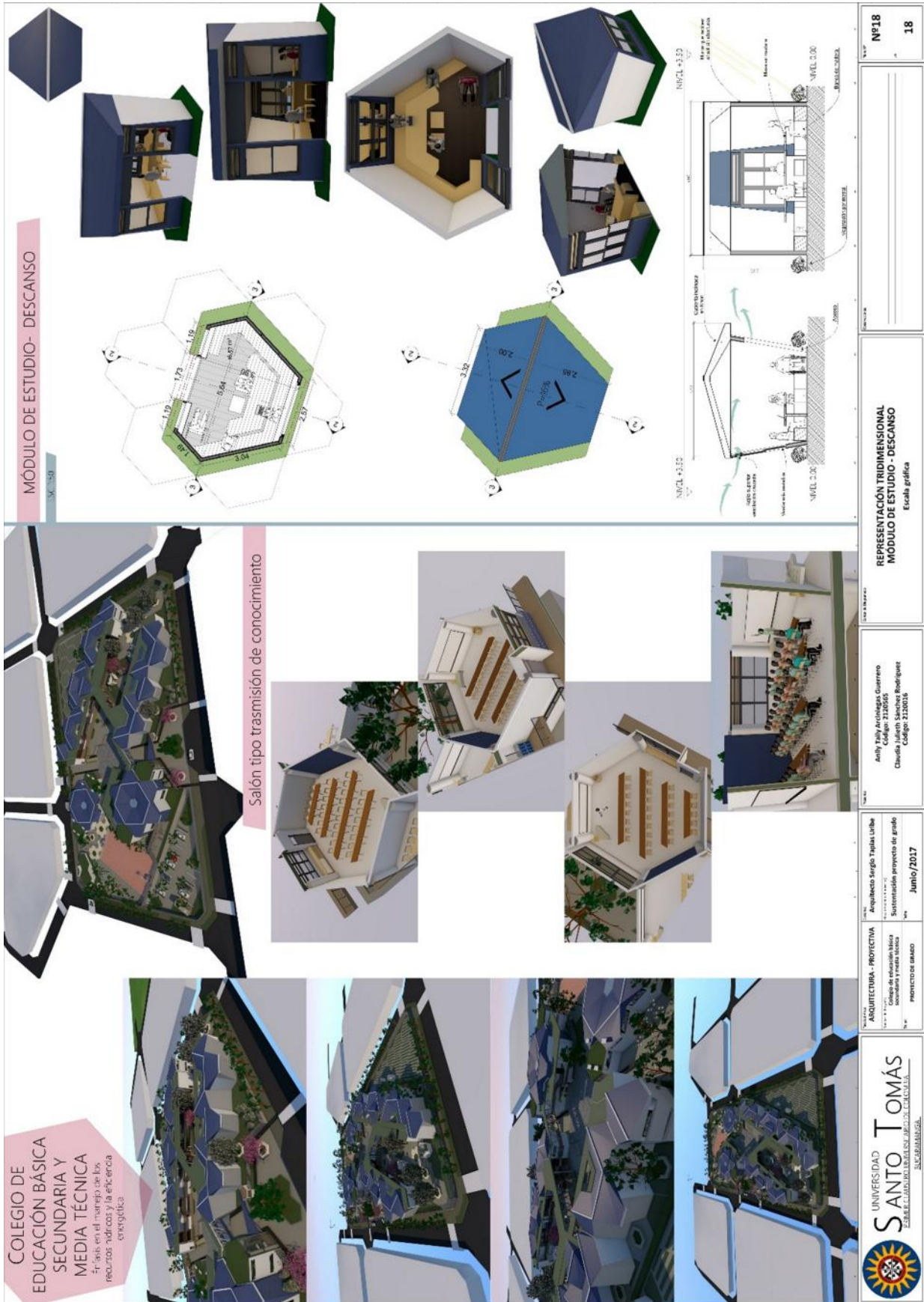












Apéndices B C D E F G H I J K L M N (Ver apéndices en medio Magnético)