

**ESTUDIO AERODINÁMICO MEDIANTE SOFTWARE COMPUTACIONAL, PARA
PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS**

**CALEÑO SOSA RAMIRO JOSÉ
ROJAS PÉREZ YESICA PAOLA**



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AERONÁUTICA
BOGOTÁ D.C,
04/MAYO/2015**

**ESTUDIO AERODINÁMICO MEDIANTE SOFTWARE COMPUTACIONAL, PARA
PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS**

**CALEÑO SOSA RAMIRO JOSÉ
ROJAS PÉREZ YESICA PAOLA**

Trabajo de grado para Optar el título de Ingeniero Aeronáutico

DIRECTOR

ROGER OLAYA DÍAZ

Ingeniero Aeronáutico



**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AERONÁUTICA
BOGOTÁ D.C,
04/MAYO/2015**

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., 04 de Mayo 2015

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer al señor Jesucristo porque nos acompañó a lo largo de la carrera. Por ser nuestra fortaleza y nuestra guía en los momentos de debilidad, intranquilidad o dificultad y por brindarnos la posibilidad de tener una vida llena de aprendizajes y experiencias enriquecedoras.

Le damos gracias a nuestros familiares, por brindarnos la oportunidad de tener una excelente educación y por los valores éticos y morales que nos inculcan a lo largo de nuestras vidas y para nuestra formación profesional.

Agradezco la confianza, apoyo y la dedicación de tiempo de los profesores (as) de la Fundación Universitaria los libertadores, durante mi proceso de formación académica y profesional.

Le damos gracias al Instituto Latinoamericano de Estudios Avanzados (I.L.E.A), por brindarnos la oportunidad de realizar el proyecto de grado en tan prestigiosa y honorable institución.

A los amigos de la universidad por apoyarnos, confiar y creer en nosotros y haber hecho de nuestra etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaremos.

“Tú eres el resultado de ti mismo, de tu presente depende tu futuro”

Anónimo

CONTENIDO

| | pág. |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL | 14 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 14 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 15 |
| 4. MARCO DE REFERENCIA | 16 |
| 4.1. MARCO HISTORICO | 16 |
| 4.2. MARCO TEORICO | 18 |
| 4.3. MARCO GEOGRAFICO | 23 |
| 4.4. MARCO CONCEPTUAL | 24 |
| 4.5. MARCO LEGAL | 25 |
| 5. DESARROLLO INGENIERIL | 28 |
| 5.1. DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS | 28 |
| 5.2. ESTUDIO HÍDRICO (SISTEMA RECIRCULACIÓN DE AGUAS) | 29 |
| 5.2.1. Descripción Básica | 29 |
| 5.2.2. Paso a paso del funcionamiento | 29 |
| 5.2.3. Puntos húmedos | 30 |
| 5.2.4. Selección de equipos | 34 |
| 5.2.4.1. Sanitario | 34 |
| 5.2.4.2. Bomba | 37 |
| 5.2.4.3. Filtro | 40 |
| 5.3. ESTUDIO DE ENERGÍAS RENOVABLES | 45 |
| 5.3.1. Puntos de luz | 45 |
| 5.3.2. Generador eólico | 49 |
| 5.3.3. Paneles solares | 50 |
| 5.3.4. Sistema de aprovechamiento solar | 52 |
| 5.3.4.1. Secciones del sistema | 52 |
| 5.3.4.2. Funcionamiento del sistema | 54 |
| 5.3.4.3. Volumen del sistema ocupado por agua | 56 |

| | | |
|-----------------|--|------------|
| 6. | ESTUDIO FINANCIERO | 61 |
| 6.1. | COTIZACIÓN DE LOTES | 61 |
| 6.2. | COSTOS DEL PROTOTIPO UNO EN GIRARDOT | 63 |
| 6.3. | COSTOS DEL PROTOTIPO DOS EN DUITAMA | 65 |
| 6.4. | COSTOS DEL PROTOTIPO TRES EN DUITAMA | 67 |
| 6.5. | COTIZACIÓN APARTAMENTOS | 69 |
| | | |
| 7. | ESTUDIO AERODINÁMICO | 71 |
| 7.1. | SIMULACIÓN TÚNEL DE VIENTO | 71 |
| 7.2. | ANÁLISIS EN SOLID WORKS – FLOW SIMULATION | 72 |
| | | |
| 8. | ANALISIS | 76 |
| 8.1. | PROTOTIPO UNO | 76 |
| 8.2. | PROTOTIPO DOS | 80 |
| 8.3. | PROTOTIPO TRES | 84 |
| 8.4. | DISTRIBUCIÓN DE LOS APARTAMENTOS | 87 |
| 8.5. | ADECUACIÓN DISEÑO | 90 |
| 8.5.1. | Selección de puertas | 90 |
| 8.5.1.1. | Puerta principal del edificio | 90 |
| 8.5.1.2. | Puerta del garaje del edificio | 91 |
| 8.5.1.3. | Puerta principal de los apartamentos | 92 |
| 8.5.1.4. | Puertas interiores de los apartamentos | 95 |
| 8.5.2. | Selección ventanas | 97 |
| 8.5.2.1. | Ventanas recepción | 97 |
| 8.5.2.2. | Ventanas clima cálido | 98 |
| 8.5.2.3. | Ventanas clima frio | 99 |
| 8.5.2.4. | Ventanas parqueadero | 100 |
| | | |
| 9. | CONCLUSIONES | 106 |
| | | |
| 10. | BIBLIOGRAFÍA | 109 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|---|------|
| Figura 1. Ilustración de la sección del baño, bañera o regadera | 30 |
| Figura 2. Ilustración de la sección del baño, inodoro | 30 |
| Figura 3. Ilustración de la sección del baño, lavamanos | 30 |
| Figura 4. Ilustración de la sección de la cocina, lavamanos | 30 |
| Figura 5. Ilustración de la sección a aguas y grifos | 30 |
| Figura 6. Distribución de puntos húmedos en el apartamento (prototipo uno) en la ciudad de Girardot | 31 |
| Figura 7. Distribución de puntos húmedos en el apartamento (prototipo dos) en la ciudad de Duitama | 32 |
| Figura 8. Distribución de puntos húmedos en el (prototipo tres) en la ciudad de Girardot | 33 |
| Figura 9. Dimensiones del equipo sanitario marca ECOCLEAN | 35 |
| Figura 10. Grafica de las bombas (Altura vs Caudal) | 38 |
| Figura 11. Dimensiones de la bomba | 39 |
| Figura 12. Filtro | 42 |
| Figura 13. Funcionamiento del flotador | 43 |
| Figura 14. Flotador | 44 |
| Figura 15. Puntos de ubicación de bombillos | 45 |
| Figura 16. Puntos de ubicación de tomas de corriente | 45 |
| Figura 17. Distribución de puntos de energía en el apartamento (prototipo uno) en la ciudad de Girardot | 46 |
| Figura 18. Distribución de puntos de energía en el apartamento (prototipo dos) en la ciudad de Duitama | 47 |
| Figura 19. Distribución de puntos de energía en el apartamento (prototipo tres) en la ciudad de Duitama | 48 |
| Figura 20. Secciones del sistema de iluminación | 52 |
| Figura 21. Sección de recepción | 53 |
| Figura 22. Sección de recepción detallada | 53 |
| Figura 23. Sección de transcurso | 54 |
| Figura 24. Sección de receptor de luz | 54 |
| Figura 25. Sección del receptor detallada | 55 |
| Figura 26. Sección de ubicación de la lupa | 55 |
| Figura 27. Sección de los lentes | 55 |
| Figura 28. Sección de reflejo de la luz | 56 |
| Figura 29. Sección de recepción detallada | 56 |
| Figura 30. Sección de transición y aprovechamiento | 58 |
| Figura 31. Edificio dentro del túnel del viento | 71 |

| | |
|---|------------|
| Figura 32. Barra de herramienta de solid works | 72 |
| Figura 33. Barra de selección de las caras | 72 |
| Figura 34. Barra de insertar las caras | 72 |
| Figura 35. Ingreso de la velocidad del aire | 73 |
| Figura 36. Ingreso de la presión y temperatura de Girardot | 73 |
| Figura 37. Ingreso de la velocidad del aire | 74 |
| Figura 38. Configuración del análisis | 74 |
| Figura 39. Resultados de las variables | 74 |
| Figura 40. Incorporación para las trayectorias Flow Trajectories | 75 |
| Figura 41. Comportamiento del fluido en el túnel del viento | 75 |
| Figura 42. Distribución de presiones en el apartamento uno | 76 |
| Figura 43. Distribución de la temperatura en el apartamento uno | 77 |
| Figura 44. Distribución de la velocidad en el apartamento uno | 79 |
| Figura 45. Distribución de presiones en el apartamento dos | 80 |
| Figura 46. Distribuciones de temperaturas en el apartamento dos | 81 |
| Figura 47. Distribución de velocidad en el apartamento dos | 83 |
| Figura 48. Distribución de presiones en el apartamento tres | 84 |
| Figura 49. Distribución de temperaturas en el apartamento tres | 85 |
| Figura 50. Distribución de velocidad en el apartamento tres | 86 |
| Figura 51. Distribución del apartamento 1 de Girardot | 87 |
| Figura 52. Distribución del apartamento 2 de Duitama | 88 |
| Figura 53. Distribución del apartamento 3 de Duitama | 89 |
| Figura 54. Puerta principal del edificio | 90 |
| Figura 55. Puerta del garaje | 91 |
| Figura 56. Puertas de los apartamentos | 93 |
| Figura 57. Puertas interiores de los apartamentos | 95 |
| Figura 58. Ventanas del edificio | 97 |
| Figura 59. Ventanas del clima cálido del edificio | 98 |
| Figura 60. Ventanas del clima frío del edificio | 99 |
| Figura 61. Ventanas del parqueadero del edificio | 100 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág |
|---|-----|
| Tabla 1. Distribución del prototipo del proyecto | 28 |
| Tabla 2. Datos de ubicación de las ciudades | 28 |
| Tabla 3. Características del equipo sanitario | 34 |
| Tabla 4. Costos del equipo sanitario | 35 |
| Tabla 5. Datos para hallar el volumen del tanque | 35 |
| Tabla 6. Características de la bomba | 37 |
| Tabla 7. Características de la bomba | 38 |
| Tabla 8. Características de la bomba | 39 |
| Tabla 9. Costos de la bomba | 40 |
| Tabla 10. Modelo de los filtros | 41 |
| Tabla 11. Modelos de las bombas | 41 |
| Tabla 12. Características del filtro | 42 |
| Tabla 13. Costos del flotador | 44 |
| Tabla 14. Ventajas y desventajas del generador eólico | 49 |
| Tabla 15. Ventajas y desventajas de los paneles solares | 50 |
| Tabla 16. Tabla de consumo de electrodomésticos (watt/hora) | 51 |
| Tabla 17. Ecuaciones de cuerpos geométricos | 57 |
| Tabla 18. Calculo de área del perfil seleccionado en recepción | 57 |
| Tabla 19. Ecuaciones de cuerpos geométricos | 58 |
| Tabla 20. Área de la sección transición y aprovechamiento | 59 |
| Tabla 21. Características del químico desinfectante | 59 |
| Tabla 22. Cotización de lotes en Girardot | 61 |
| Tabla 23. Cotización de los lotes de Duitama | 62 |
| Tabla 24. Costos de las puertas (prototipo uno) | 63 |
| Tabla 25. Costos de las ventanas (prototipo uno) | 63 |
| Tabla 26. Costos de equipo (prototipo uno) | 63 |
| Tabla 27. Costos de quipos de sistema de recirculación (prototipo uno) | 63 |
| Tabla 28. Costos de los paneles (prototipo uno) | 64 |
| Tabla 29. Costos de construcción (prototipo uno) | 64 |
| Tabla 30. Costos definitivos (prototipo uno) | 64 |
| Tabla 31. Costos de las puertas (prototipo uno) | 65 |
| Tabla 32. Costos de las ventanas (prototipo uno) | 65 |
| Tabla 33. Costos de equipos sanitarios (prototipo dos) | 65 |
| Tabla 34. Costos de equipos de sistema de recirculación de agua (prototipo dos) | 65 |
| Tabla 35. Costos de los paneles solares (prototipo dos) | 66 |
| Tabla 36. Costos de construcción (prototipo dos) | 66 |

| | |
|--|------------|
| Tabla 37. Costos definitivos (prototipo dos) | 66 |
| Tabla 38. Costos de las puertas (prototipo tres) | 67 |
| Tabla 39. Costos de las ventanas (prototipo tres) | 67 |
| Tabla 40. Costos de equipos sanitarios (Prototipo tres) | 67 |
| Tabla 41. Costos de equipos de sistema de recirculación del agua (prototipo tres) | 67 |
| Tabla 42. Costos de los paneles solares (prototipo tres) | 68 |
| Tabla 43. Costos de construcción (prototipo tres) | 68 |
| Tabla 44. Costos definitivos (Prototipo tres) | 68 |
| Tabla 45. Cotización Apartamentos en Girardot | 69 |
| Tabla 46. Cotización Apartamentos en Duitama | 70 |
| Tabla 47. Variables de las ciudades | 71 |
| Tabla 48. Resultados de la temperatura prototipo uno | 78 |
| Tabla 49. Resultados de la temperatura prototipo dos | 82 |
| Tabla 50. Dimensiones de la puerta principal del edificio | 90 |
| Tabla 51. Proveedores de a puerta principal del edificio | 90 |
| Tabla 52. Costos de la puerta principal del edificio | 91 |
| Tabla 53. Dimensiones de la puerta del garaje | 91 |
| Tabla 54. Proveedores de la puerta principal del edificio | 91 |
| Tabla 55. Costos de la puerta del garaje del edificio | 92 |
| Tabla 56. Dimensiones de la puerta de los apartamentos del edificio | 93 |
| Tabla 57. Proveedores de la puerta del apartamento del edificio | 93 |
| Tabla 58. Costos de la puerta del garaje del edificio | 94 |
| Tabla 59. Dimensiones de las puertas de los interiores del apartamento del edificio | 95 |
| Tabla 60. Proveedores de la puerta de los interiores de los apartamentos del edificio | 95 |
| Tabla 61. Costos de la puerta de los interiores de los apartamentos del edificio | 96 |
| Tabla 62. Dimensiones de las ventanas de recepción | 97 |
| Tabla63. Proveedores de las ventanas de recepción del edificio | 97 |
| Tabla 64. Costos de las ventanas de recepción del edificio | 98 |
| Tabla 65. Dimensiones de las ventanas de clima cálido del edificio | 98 |
| Tabla 66. Proveedores de las ventanas de clima cálido del edificio | 98 |
| Tabla 67. Costos de las ventanas de clima cálido del edificio | 99 |
| Tabla 68. Dimensiones de las ventanas del clima frio del apartamento | 99 |
| Tabla 69. Proveedores de las ventanas de clima frio del edificio | 99 |
| Tabla 70. Costos de las ventanas de clima frio del edificio | 100 |
| Tabla 71. Dimensiones de las ventanas del parqueadero del edificio | 100 |
| Tabla 72. Proveedores de las ventanas del parqueadero del edificio | 100 |
| Tabla 73. Costos de las ventanas del parqueadero del edificio | 101 |
| Tabla 74. Resumen de ahorro por sistema de recirculación | 106 |
| Tabla 75. Resumen de ahorro por energía solar | 107 |

LISTA DE ANEXOS

Pág

Los costos de construcción de los apartamentos prototipo 1, prototipo 2, prototipo 3 y la cotización de las ventanas Cortizo se encuentran en el compact disc (CD).

GLOSARIO

AERODINÁMICA: Es la rama de la mecánica de fluidos, que estudia la dinámica de los gases y las fuerzas a la que están sometidos los cuerpos sólidos cuando existe un movimiento relativo entre éstos y el fluido gaseoso en el medio ambiente en el que se encuentran.

AGUA: Líquido incoloro, inodoro e insípido, compuesto por dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O).

AIRE: Mezcla de gases que constituyen la atmósfera, el cual es considerado un fluido incoloro, inodoro, constituido por nitrógeno en un 78%, oxígeno en un 21%, argón en un 0,93%, anhídrido carbónico en un (0,03%) y vapor de agua.

ANGULO: Región del plano comprendida entre dos líneas que parten de un mismo punto.

BOMBA: Cilindro que contiene un pistón móvil está conectado con el suministro de **agua** mediante un tubo.

CALEFACCIÓN: Conjunto de aparatos destinados al acondicionamiento de la temperatura de un edificio o parte de él.

CALENTADOR: Dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua o un líquido.

CAUDAL: Es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.

BIOCLIMÁTICA: Diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos naturales disponibles.

DILUCIÓN: Es la reducción de la concentración de una sustancia química en una disolución.

ENERGÍA RENOVABLE: Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.

FILTRO: Aparato a través del cual se hace pasar un líquido del cual se extraen partículas contaminantes presentes en este mismo.

MOVIMIENTO: Cambio de posición de posición de un cuerpo respecto a otro.

PRESIÓN: Fuerza que ejerce un cuerpo sobre cada unidad de superficie.

TEMPERATURA: Variable termodinámica que determina el estado térmico de los cuerpos.

TERMODINÁMICA: Ciencia que estudia las relaciones entre la energía y los cambios físico de origen térmico.

TEMPERATURA: Variable termodinámica que determina el estado térmico de los cuerpos.

TERMODINÁMICA: Ciencia que estudia las relaciones entre la energía y los cambios físico de origen térmico.

VELOCIDAD: Es una magnitud física de carácter vectorial que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo.

VOLUMEN: Magnitud escalar definida como la extensión en tres dimensiones de una región del espacio.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de grado tiene como fin que el Instituto Latinoamericano de Estudios Avanzados (I.L.E.A), donde se llevó a cabo el desarrollo de este proyecto, pueda contar con una nueva y mejora propuesta de vivienda, teniendo como problemática la vinculación de nuevos sistemas de iluminación, sistemas de recirculación del agua, sistemas de bioclimática y análisis aerodinámico de los apartamentos.

Las viviendas actuales son tradicionales en el sentido de que hace unos atrás no contaban con una tecnología tan avanzada como la que tenemos en el tiempo actual, pero a medida que avanza la ciencia, también avanza un tema importante que es la contaminación ambiental.

La solución propuesta en este proyecto de grado contempla la construcción de tres prototipos de apartamentos donde se realizara la hipótesis de cómo será una vivienda acorde a la necesidad del ser humano y del medio ambiente.

Estos apartamentos tendrán un estudio aerodinámico donde se analizará el comportamiento de la temperatura, presión y velocidad del aire, puesto que buscamos la bioclimática en los apartamentos, Adicionalmente se incorpora sistemas de iluminación donde se busca aprovechar la energía solar y sistemas de recirculación del agua buscando aprovechar al máximo la recolección de agua buscando una reducción en los gastos de servicios.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto actual, los diversos cambios tecnológicos, ambientales, sociales y geográficos traen consigo una serie de cambios culturales, creando conciencia en cuanto a la relación entre el desarrollo sostenible y el medio ambiente.

Como consecuencia de la globalización nace la necesidad de contribuir con la sostenibilidad del medio ambiente en pro de su conservación para el futuro.

Este impacto ha provocado el énfasis de nuevas ideas e implementación de nuevas tecnologías, utilizando los recursos naturales que nuestro ecosistema ofrece.

Como es el caso de las energías renovables, reciclaje del agua y desarrollos de sostenibilidad con la construcción de viviendas urbanas. A medida que crece la población, nace la necesidad de adquirir una vivienda que este en armonía con el medio ambiente.

¿Cuáles son las causas que generan la problemática, y por medio de un estudio aerodinámico determinar la viabilidad de un proyecto arquitectónico, utilizando energías renovables?

Entonces el presente trabajo pretende responder y aportar una solución a la problemática por la evolución del medio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar por medio de un estudio aerodinámico la viabilidad de proyectos arquitectónicos a partir de un modelo propuesto, evaluando su factibilidad financiera.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar la información bibliográfica por medio de fuentes primarias y secundarias.
- Analizar por medio de software computacional el estudio aerodinámico del proyecto.
- Determinar un estudio financiero para la viabilidad del proyecto.
- Análisis de resultados obtenidos a partir del estudio realizado por el software computacional y el estudio de su viabilidad financiera.

3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación permite aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, dentro del ámbito arquitectónico el énfasis de estudio se centra en el análisis aerodinámico, el mundo de la arquitectura bioclimática se conoce, que Colombia es un escenario adecuado para la incentiva de proyectos en construcción de viviendas sostenibles que incorporen modelos de energía renovable, reutilización del agua, el concepto de sostenibilidad, la aplicación de la bioclimática, y de la aerodinámica, que en el país se estima importante para reactivar y conservar el estado actual del ecosistema.

Puesto que el crecimiento poblacional se ha evidenciado en el crecimiento vertical de viviendas y el calentamiento global se hace referencia a los altos índices de temperaturas, derretimiento de los hielos en el polo norte y sur, causando un alteración en grandes cambios para los seres vivientes, por este motivo se pretende desarrollar un modelo arquitectónico sostenible que incluya paneles solares para recolectar y utilizar la cantidad de energía solar necesaria ayudando a disminuir la alta temperatura, el reciclaje de aguas lluvias ayudaría a reducir el índice de contaminación en los ríos y el gasto innecesario de agua.

Respecto al segmento que realmente justifica el desarrollo del proyecto, es el estudio aerodinámico que brinda una oportunidad de preparar un análisis aerodinámico en infraestructuras arquitectónicas ya que ofrece posibilidades de identificar los elementos de una construcción sostenible y la relación de un impacto más preciso en edificaciones grandes y un avance significativo en el país, pero sin embargo y debido a que se está abordando el concepto de arquitectura bioclimática, se debe realizar un estudio a la estructura con el fin de utilizar las corrientes de aire como un tipo de aire acondicionado, esto quiere decir que la estructura no va a tener una forma aleatoria, sino que se debe estructurar por medio del estudio aerodinámico con el fin de que ésta se adapte a las corrientes de aire sin importar las variaciones de dirección o velocidad, además que el estudio aerodinámico permite determinar un diseño para que se minimicen las cargas de cualquier índole hacia la estructura facilitando los procesos de asentamiento en el terreno.

Como se puede observar uno de los principales estudios, es el aerodinámico ya que de él depende el diseño estructural y externo del prototipo, además de la acomodación sobre el terreno determinado.

La construcción sostenible tiene como objetivo común la reducción del impacto con el medio ambiente y mayor bienestar a sus ocupantes¹

¹ Disponible en: <http://www.arqhys.com/contenidos/bioclimaticos-viviendas.html> Fecha de consulta: 20 junio 2014.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. MARCO HISTÓRICO

La arquitectura bioclimática se define como la arquitectura diseñada para lograr un confort dentro de una vivienda utilizando recursos naturales para mejorar la habitabilidad humana.

En la actualidad la arquitectura bioclimática en Colombia no es muy conocida ni explorada a su totalidad, y los pocos desarrollos que se realizan en este campo se encuentran en función de estudio.

Colombia por su posición en el trópico y en el sistema montañoso tiene un potencial importante para el desarrollo de diseños arquitectónicos sostenibles, implementación de energías renovables, sistemas de recirculación del agua y la implementación de jardines verticales en vivienda.

A finales de los años 80s se desarrollaban los sistemas solares fotovoltaico tuvo su boom con el programa de telecomunicaciones rurales de teleco (REFERENCIA), esto producía una admiración por los habitantes del país y de países extranjeros. Pero a finales de los años 90s se frenó el desarrollo del mercado por dificultades de orden público. Desde entonces se ha perdido tiempo valioso en el desarrollo de estos proyectos.

En ese tiempo no había la necesidad de mejorar o ayudar el medio ambiente por eso no se continuo los estudios de energías renovables. Ya que Colombia tiene la ventaja de contar con un potencial enorme para el aprovechamiento de energías renovables en el campo hidroeléctrico, gracias a su riqueza en fuentes de agua en gran parte del territorio.

En el año 2004 en Colombia se ha desarrollado el parque eólico de Jepirachi en la zona como la alta Guajira constituyen una reserva de potencia eólica de 19.5 MW², esto es muy importante para el sector eléctrico, ya que en caso de que se agote el suministro de energía eléctrica de la fuente principal, se utiliza la fuente de energía eléctrica auxiliar. También es importante resaltar el estudio de la Universidad Nacional durante los últimos años en sistemas interconectados a la red y el grupo de energía solar de radiación solar y aplicación de sistemas, energías solares térmicas, además de los fotovoltaicos llevan realizándose

² "The Climate action and renewable energy package, Europe's climate change opportunity". Climate Action. EC/Europe/EU. Fecha de consulta: 30 Junio 2014. Disponible en: http://ec.europa.eu.environment/climat/climate_action.html

investigaciones por más de 20 años. Esto ha ayudado para ver la necesidad en mejorar el medio ambiente puesto que la contaminación en los últimos años se ha disparado colocando en riesgo en el ecosistema.

Haciendo un paralelo del desarrollo arquitectónico sostenible entre España y Colombia se puede evidenciar que en los últimos años España es uno de los mayores países a la cabeza en la producción de energía eólica en edificaciones frente a todo el mundo³.

España en la actualidad arquitectónica apuesta a la sostenibilidad de desarrollos urbanos con la construcción de viviendas bioclimáticas, apuntando hacia un nuevo paradigma para las ciudades del futuro más humanas y en armonía con el medio ambiente, llamadas a enfrentar la escasez de materiales constructivos y el agotamiento de las fuentes hídricas. Un ejemplo muy claro de este estudio es en la ciudad de Oviedo, España; Aquí se ha empezado a construir el hotel más inteligente de España⁴.

La unión europea desarrolla como una estrategia de desarrollo en la que se ha propuesto la meta de alcanzar el 20% de suministro de su energía renovable para el 2020, acorde con su política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero⁵.

Mientras tanto en Colombia hasta hace poco tiempo se ha preocupado por incentivar la producción de energías renovables, adoptando los estatutos de la agencia internacional de energía renovable, por sus siglas en inglés (*IRENA*). Además del plan de vivienda 2013 – 2016 donde el objetivo principal se orienta hacia la rehabilitación energética y mejora de la eficiencia energética de estos edificios y viviendas no eficientes energéticamente. Además de la construcción sostenible en reducir su impacto ambiental⁶.

³Disponible en: <http://www.construction21.eu/espana/articulos/es/las-energias-renovables-en-edificaciones-ventajas-y-viabilidad-en-eolica-solar-y-biomasa.html> Fecha de consulta: 25 de Junio 2014.

⁴ Disponible en: <https://www.vidasostenible.org/observatorio/f2final.asp?idinforme=903> . Fecha de consulta: 24 de Junio 2014.

⁵Disponible en:
<http://www.magrama.gob.es/es/cambioclimatico/publicaciones/documentacion/estccenerglimptcm712479.pdf>
Fecha de consulta: 24 de junio 2014.

⁶Disponible en:
http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_11905_PAEE_2011_2020._A2011_A_a1e6383b.pdf Fecha de consulta: 28 de Junio 2014.

4.2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de este proyecto tendrá como soporte teórico los planteamientos del autor Eduardo Yarke, que en su libro "Ventilación natural de edificios: fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arquitectos" de la editorial Nobuko, además del autor Ing. Pedro Sarmiento M, en su libro "energía solar en arquitectura y construcción" de la editorial Masters. Nos muestra los siguientes aspectos:

- El diseño urbano y arquitectónico deberán ser apropiado para los principales factores ambientales, como la Temperatura y la Humedad, considerando el proyecto formal del propio edificio en relación con la ubicación y naturaleza del territorio, la topografía de la parcela o las obstrucciones del entorno.⁷
- También la orientación será fundamental como sistema adaptación que permita el aprovechamiento o protección de los diferentes impactos climáticos direccionales, fundamentalmente el Sol y el Viento, pero también la luz natural, las vistas, la lluvia, la contaminación o el ruido.⁸
- El diseño constructivo y tecnológico serán subsidiario de los anteriores, contribuyendo a que los espacios arquitectónicos interiores alcancen los objetivos fijados de comodidad ambiental, mejorando aquellos aspectos ambientales que el diseño formal no sea capaz de garantizar.⁹
- El diseño constructivo de sistemas de acondicionamiento ambiental pasivo, tales como elevados aislamientos y/o acumulación térmica, combinados con sistemas regulables de captación y/o protección solar, permiten incrementar la calidad ambiental con una inversión inicial razonable, que se amortizará rápidamente con el consumo energético nulo o reducido durante toda la vida del edificio.¹⁰
- Por último, los equipos técnicos de acondicionamiento artificial sólo serían precisos en aquellas condiciones climáticas o de uso extremas, como apoyo a las anteriores medidas de diseño bioclimático, beneficiándose de un menor dimensionamiento y consumo energético.¹¹

⁷ Emilio Menéndez Pérez. "Las energías renovables un enfoque político - ecológico". Madrid: Los libros de la catarata. 1997. 106p.

⁸Ibíd., p. 106

⁹Ibíd., p. 106

¹⁰Ibíd., p. 106

¹¹Ibíd., p. 106

- **Análisis de los elementos climáticos del lugar:** Cada región posee características particulares que la definen, estas son: temperatura, humedad relativa, radiación solar y efectos del viento, así como características específicas de su microclima.¹²
- **Evaluación Biológica.** Dado que el hombre constituye la medida de referencia en la arquitectura y que su refugio se proyecta para satisfacer sus necesidades biológicas, se debe realizar una evaluación de las incidencias del clima en términos fisiológicos.¹³
- **El lugar.** Los factores climáticos de un sitio a otro varían, así también su topografía y aspectos de orientación.¹⁴
- **La orientación.** Puede decirse que el asoleo afecta la orientación en lugares fríos y en sitios calientes. El problema de orientación en la vivienda abarca numerosos factores. La topografía local, la cultura de la región, el ruido, los factores climáticos referentes al viento y al sol.¹⁵
- **Formas de las viviendas.** Deben resistir a los impactos adversos del entorno térmico, así como adaptarse a una posible respuesta de orientación.¹⁶
- **Movimientos del aire.** Pueden dividirse en categorías de viento y brisa. El movimiento del aire en el interior de las estancias debe satisfacer la orientación bioclimática. La localización, orientación y tamaño de las aberturas pueden estar determinados por los cálculos basados en la cantidad de flujo de aire existente en un edificio, en combinación con el patrón de flujos internos. La adaptación a la orientación de los vientos no constituye un aspecto relevante en edificios de poca altura, en los cuales el empleo de barreras contra el viento, la orientación de las aberturas en las zonas de alta o baja presión y el de elementos de control en las ventanas puede mejorar la situación de flujo de viento.¹⁷

¹² Disponible en: http://www.arq.ula.ve/civiv/publicaciones/tesis/tesis_arq_eco/capi_2.pdf Fecha de Consulta: 27 junio 2014.

¹³ Emilio Menéndez Pérez. "Energía solar en arquitectura y construcción". Santiago de Chile: Master Ril. 1997. 257p.

¹⁴ *Ibid.*, p. 257

¹⁵ *Ibid.*, p. 257

¹⁶ *Ibid.*, p. 284

¹⁷ *Ibid.*, p. 284

- **Los Materiales.** El equilibrio de la temperatura interior puede lograrse, hasta cierto punto utilizándolos de forma metódica. La inercia térmica y la capacidad aislante característica de los materiales pueden utilizarse para mejorar las condiciones de un interior.¹⁸
- **Aplicación Arquitectónica.** El proyecto debe desarrollarse y equilibrarse de acuerdo con la importancia de los diferentes elementos y las conclusiones extraídas de las tres primeras fases. El equilibrio climático comienza en el lugar y debe tomarse en consideración tanto para la ordenación urbana como para el diseño sistemático de las unidades residenciales.¹⁹
- **Efectos del Viento.** Así como el hombre ha solucionado el problema de orientación del edificio para aprovechar la energía del sol, de igual manera lo hizo para aprovechar o evitar los movimientos del viento, los cuales deben evitarse en zonas frías y aprovecharse en zonas calientes y en lugares donde la humedad es muy alta, razonamiento que podemos concluir al ver las soluciones de diferentes lugares donde los pueblos han aprendido por ensayo y error. En la actualidad además de conocerse los “indicadores de una vivienda insalubre entre los que se encuentra como factor de riesgo la ventilación deficiente, produciendo enfermedades transmisibles como las respiratorias agudas o no transmisibles como efectos perinatales, enfermedades del corazón, enfermedades crónicas de pulmón y quemaduras, cuando está acompañado de espacios limitados para el número de habitantes provocando hacinamiento, puede provocar resfriados, tuberculosis y meningitis”. (Olgay, 1998) Se han elaborado diversos estudios de campo y maquetas para analizar las alteraciones que permiten los modelos de circulación del viento. (Olgay, 1998) Las fuerzas que proporcionan la ventilación natural en la edificación pueden ser por los movimientos de aire producido por diferencias de presión o por el intercambio de aire por diferencia de temperatura, estas fuerzas pueden actuar solas, en conjunto o en oposición dependiendo de las condiciones atmosféricas y del diseño del edificio. Asimismo Olgay (1998) opina “la adaptación a la dirección de los vientos no constituye un aspecto relevante en edificios de poca altura, en los cuales el empleo de barreras contra el viento, la disposición de las aberturas en las zonas de alta o baja presión y el efecto direccional de elementos de control en las ventanas pueden mejorar la situación del flujo del viento”. Y explica los factores que podrían afectar la ventilación en una vivienda y son:²⁰

¹⁸Ibíd., p. 284

¹⁹Ibíd., p. 286

²⁰Ibíd., p. 289

- **Efectos del entorno ambiental adyacente sobre las edificaciones.** El entorno inmediato ejerce una acción determinante tanto en los modelos como en las velocidades del viento. Los elementos de diseño paisajístico como árboles y arbustos o muros y vallas, pueden crear zonas de baja presión alrededor de las viviendas, dependiendo de sus aberturas, la plantación debe diseñarse para dirigir y acelerar los movimientos favorables del aire hacia el edificio.²¹

- **Características del movimiento de aire.** Resulta evidente que para recibir los movimientos de aire un espacio debe tener un orificio de salida y uno de entrada este último debe estar preferiblemente en barlovento, las aberturas amplias puestas en lados opuestos de un espacio y sin barreras intermedias, proporcionarán el máximo intercambio de aire si se ubican en la dirección de las presiones más altas. La mayor velocidad del aire se producirá si se aplica el efecto Ventura, que consiste en la entrada pequeña por una salida amplia. Para conseguir presiones externas iguales, se debe colocar la entrada y la salida de forma simétrica dando como resultado un modelo de flujo interior perpendicular, cuando los vanos están dispuestos de forma asimétrica, en concordancia con diferentes componentes de presión externa, el aire penetrará en el edificio oblicuamente produciendo el efecto de inercia ya que el aire tenderá a seguir su dirección original hasta que por diferencias de presión se desviará a la salida. El flujo de aire se desviará si la entrada del mismo varía, situándose en la parte inferior, superior o media, el flujo se desvía hacia el piso o hacia el techo. Si se pretende que el flujo de aire sea un elemento refrescante debe dirigirse hacia la zona de actividad.²²

- **La energía solar.** Energía solar, energía radiante producida en el sol como resultado de reacciones nucleares de fusión la cual llega a la tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, si se considera que la Tierra está a su distancia promedio del sol, se llama constante solar, y su valor medio es de $1,37 \times 10^6$ erg/s/cm², o unas 2 cal/min/cm². Sin embargo, esta cantidad no es constante, ya que parece ser que varía un 0,2% en un período de 30 años. La intensidad de la energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera. La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra

²¹Ibíd., p. 289

²²Ibíd., p. 290

depende, en forma complicada pero predecible, del día, del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor. (ENCARTA, 2002).²³

- **Efecto de Invernadero:** Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado. El vidrio se comporta de una manera curiosa ante la radiación: es transparente a la radiación visible (por eso vemos a través de él), pero opaco ante radiación de mayor longitud de onda (radiación infrarroja). Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar pues el vidrio es opaco a la misma. El efecto invernadero es el fenómeno utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del sol.²⁴

²³ Ibíd., p. 291

²⁴ Ibíd., p. 291

4.3. MARCO GEOGRÁFICO

Para el desarrollo del proyecto, se debe tener presente algunas condiciones específicas para que la aplicación del mismo sea la más apropiada posible, es decir que se evalúe en una zona específica en donde se determinen las variables fundamentales del terreno tomando en cuenta que en el momento de la aplicación del proyecto, la eficiencia sea la máxima de acuerdo a los factores bioclimáticos. Con el fin del lugar de aplicación es que brinde al máximo los recursos utilizables. Las condiciones a tener presente son las siguientes: las climatológicas (temperatura, presión atmosférica, cantidad de precipitaciones, medias de velocidad del viento al nivel del suelo, dirección del viento al nivel del suelo, humedad entre otras).

Sin embargo al implementar ya el bosquejo en una zona en específica, se debe tener presente que sea de fácil adaptación hacia cualquier tipo de ambiente para desarrollar el estudio aerodinámico arquitectónico, Aquí ya se provee los cambios de adaptación de la zona de condiciones diferentes que proporcione resultados óptimos.

4.4. MARCO CONCEPTUAL

- **Confort térmico:** Parámetro de control de las condiciones de habitabilidad tanto en espacios interiores como espacios exteriores.
- **Inercia térmica:** Es el soporte conceptual de los sistemas de captación basados en la emisión energética retardada.
- **Diseño Bioclimático:** Conjunto de elementos arquitectónicos capaces de transformar las condiciones del habitat para lograr calores que lo aceleren a las condiciones de bienestar termo fisiológico del ser humano, utilizando preferiblemente energías pasivas.
- **Arquitectura Bioclimática:** Se define como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mismo gasto energético.
- **Jardín Vertical:** Una pared de cultivo o muro verde, instalación vertical cubierta de plantas.
- **Reciclaje del agua:** Se refiere al tratamiento de agua en el que el agua puede volverse a utilizar,
- **Energía:** Es la capacidad de un sistema físico para realizar trabajos.
- **Energía Renovable:** Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.
- **Bioclimática:** Esta palabra se divide en dos: Bio que es el respeto por la vida hacia las personas que habitan en su interior y hacia el medio ambiente (no contaminante) y Climática: es que se adopta a las condiciones ambientales de cada lugar respeta los recursos naturales y se aprovechan de ellos.
- **Musgos:** Son plantas pequeñas, sin raíces ni tejidos para transportar agua y nutrientes pues los absorben directamente por sus talos y hojas, son muy importantes pues retienen y liberan el agua, protegen los suelos de la erosión.

4.5. MARCO LEGAL

- Colombia. Resolución 6619 de 20 de diciembre del 2011, por el cual se establecen las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verticales en el distrito capital.²⁵
- En el Capítulo II Y Capítulo III se hace enfoque a trámites de autorizaciones para adquirir la instalación de los jardines verticales en vivienda, la implementación del tipo de planta a utilizar en el jardín vertical, descripción del mantenimiento a realizar en el jardín vertical
- Colombia. Decreto 3950 de 2010, por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley 9ª de 1979, así como en el capítulo II del título IV – parte III – libro II del decreto – ley 2811 de 1974 en cuanto a usos de agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.²⁶
- En el Capítulo III se da el enfoque de ordenamiento del recurso hídrico, Capítulo IX reglamentación de vertimientos.
- Colombia. Real Decreto 1620 de 2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de reutilización de las aguas deparadas.²⁷
- Capítulo II condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas, Capítulo IV procedimiento para la reutilización de aguas depuradas.
- Colombia. Decreto 3102 de 1997, por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo.²⁸
- Factor de eficiencia por el uso de quipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua, equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

²⁵ Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45265>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

²⁶ Disponible en: http://www.sedbogota.edu.co/archivos/SECTOR_EDUCATIVO/RESOLUCIONES_SED/2008/Resolucion%203950%20de%202008.pdf. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

²⁷ Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/08/pdfs/A50639-50661.pdf>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

²⁸ Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3333>. Fecha de: consulta 24 Junio 2014.

- Colombia. Ley 1665 de 2013, por medio de la cual se aprueba el “estatuto de la agencia internacional de energías renovables (Irena)”.²⁹
- Se presenta los tipos de energías producidas a partir de fuentes renovables y de manera sostenible.
- Colombia. Ley 1715 de 2014, por medio del cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.³⁰

Artículo 13: Instrumentos para la promoción de las energías renovables.

Artículo 19: Desarrollo de la energía solar.

Artículo 30: Edificios pertenecientes a las administraciones públicas.

Artículo 32: Planes de gestión eficiente de la energía.

- Colombia. Ley 697 de 2001, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.³¹
- Artículo 10: El gobierno nacional a través de los programas que se diseñen, incentivarán y promoverá a las empresas que produzcan piezas, calentadores, paneles solares y/o cualquier otra tecnología que use como fuente total o parcial las energías no convencionales.
- Colombia. Decretos 2501 de 2007, por medio del cual se dictan disposiciones para promover practicas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.³²
- Artículo 4: Uso racional y eficiente de energía eléctrica en iluminación y alumbrado público. El ministerio técnico de minas y energías expedirá el reglamento técnico correspondiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica en iluminación y alumbrado público.

²⁹Disponible en:

<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/2013/LEY%201665%20DEL%2016%20DE%20JULIO%20DE%202013.pdf>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

³⁰Disponible en:

<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY%201715%20DEL%2013%20DE%20MAYO%20DE%202014.pdf>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

³¹Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4449>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014

³²Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/1531.pdf>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

- Colombia. Resolución número 180540, por el cual se modifica el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público –Retilap, se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones.³³
- Artículo 4: la eficacia mínima, vida útil y demás requisitos técnicos de las fuentes de iluminación que deben sustituir a las fuentes de baja eficacia lumínica son los establecidos en el anexo genera de la presente resolución.
- Colombia. Ley II de 1983, por medio de la cual se determina las pautas bajos las cuales debía llevarse a cabo la reconstrucción de esta ciudad y las otras zonas afectadas por el sismo.³⁴
- Colombia. Decreto 689 de 2011, por medio del cual se adopta la guía para la formulación implementación y evaluación de políticas públicas distritales.³⁵

³³ Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/7853.pdf>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

³⁴ Disponible en: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_3.pdf. Fecha de consulta: 24 Junio 2014.

³⁵ Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45193>. Fecha de consulta: 24 Junio 2014

5. DESARROLLO INGENIERIL

5.1. DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS

La solución del proyecto se plantea tomando un espacio de desarrollo que tiene un área de 10 metros x 12 metros para un área total de 120 metros cuadrados y un segundo espacio de 8 metros por 10 metros para un área total de 96 metros cuadrados. En cada uno de ellos se plantea hacer dos prototipos de apartamentos con diferente ubicación, hay que tener presente que el edificio va a tener un total de cinco pisos distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución del prototipo del proyecto

| PISO | DISTRIBUCIÓN |
|--------------|--|
| Primer Piso | Estacionamiento de vehículos y zona de recepción |
| Segundo Piso | Apartamento 101 y 102 |
| Tercer Piso | Apartamento 201 y 202 |
| Cuarto Piso | Apartamento 301 y 302 |
| Quinto Piso | Área de lavandería y BBQ |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Para el desarrollo del proyecto se seleccionó las ciudades de Girardot, Cundinamarca y Duitama, Boyacá pero con enfoque en la ciudad de Girardot y Duitama.

Tabla 2. Datos de ubicación de las ciudades

| | DUITAMA | GIRARDOT |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Altitud | 2530 msnm | 289 msnm |
| Superficie | 331 km ² | 150 km ² |
| Población | 112.243 Habitantes | 112.425 Habitantes |
| Densidad de población | 339,12 Habitantes/km ² | 749,5 Habitantes/km ² |
| Temperatura | 13 - 25 °C | 20 - 35 °C |
| Presión atmosférica | 1029.5 mb | 1016.5 mb |
| Humedad | 45 % | 78,6 % |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf> 28 de diciembre del 2014

Para cada uno de los prototipos se planea hacer la distribución en tercera dimensión (3D) en Solid Works para su posterior análisis, además de los estudios de recirculación de agua, de energías, aerodinámico y financiero respectivamente.

Además de obtener unas conclusiones con respecto a la aplicación de la arquitectura bioclimática basándose en cada uno de los estudios desarrollados para determinar la viabilidad del proyecto.

5.2. ESTUDIO HÍDRICO (SISTEMA RECIRCULACIÓN DE AGUAS)

5.2.1. Descripción Básica

Uno de los segmentos a destacar en la arquitectura bioclimática es el tema de la recirculación de aguas en una estructura destinada para vivienda, ya que es un recurso limitado globalmente, la aplicación de un sistema como el que se plantea significa una reducción de costos y de agua significativa contribuyendo a ayudar al medio ambiente.

La aplicación del sistema se divide en dos segmentos, el primero es el reciclaje de aguas lluvias para la utilización en inodoros y el segundo, es un sistema de recirculación interna para cada apartamento, la utilización de agua residual obtenida para la regadera igualmente para la utilización en inodoros.

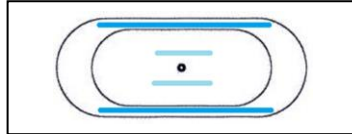
5.2.2. Paso a paso del funcionamiento

- **Primer Paso:** El techo tendrá una inclinación de 10° en contra del viento para facilitar la recolección del agua, toda la superficie será aprovechada para el mismo en forma de canaleta.
- **Segundo Paso:** Después de la recolección en el techo, el agua pasa a una canaleta en el extremo inferior del techo, de ahí bajará por una tubería pasando por una serie de filtros para purificar el agua.
- **Tercer Paso:** Una vez purificada el agua, esta llegará finalmente al tanque de reserva.
- **Cuarto Paso:** Cada tanque de los inodoros está conectado a la bomba mediante un flotador electrónico que le avisa a la bomba cuando uno de los tanques requiere ser abastecido.
- **Quinto Paso:** El agua será dirigida hacia el tanque determinado ubicando una válvula check a la salida de la bomba, de esta manera se garantiza que el sistema va a ser abastecido. Por otro lado igualmente se debe ubicar una válvula check a la entrada de la bomba para que ésta siempre tenga fluido en su interior para evitar el funcionamiento en seco que podría averiarla.

5.2.3. Puntos húmedos

A continuación se va a determinar los puntos húmedos, es decir en donde se requiere el agua como recurso principal, estos se van a determinar de la siguiente manera:

Figura 1. Ilustración de la sección del baño, bañera o regadera



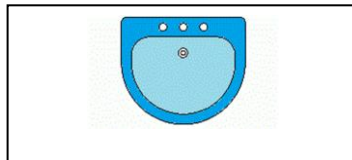
Fuente: Imagen. Elaboración propia

Figura 2. Ilustración de la sección del baño, inodoro



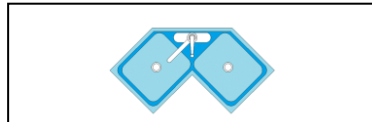
Fuente: Imagen. Elaboración propia

Figura 3. Ilustración de la sección del baño, lavamanos



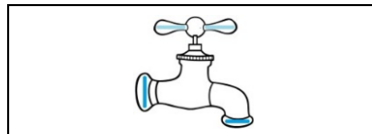
Fuente: Imagen. Elaboración propia

Figura 4. Ilustración de la sección de la cocina, lavamanos



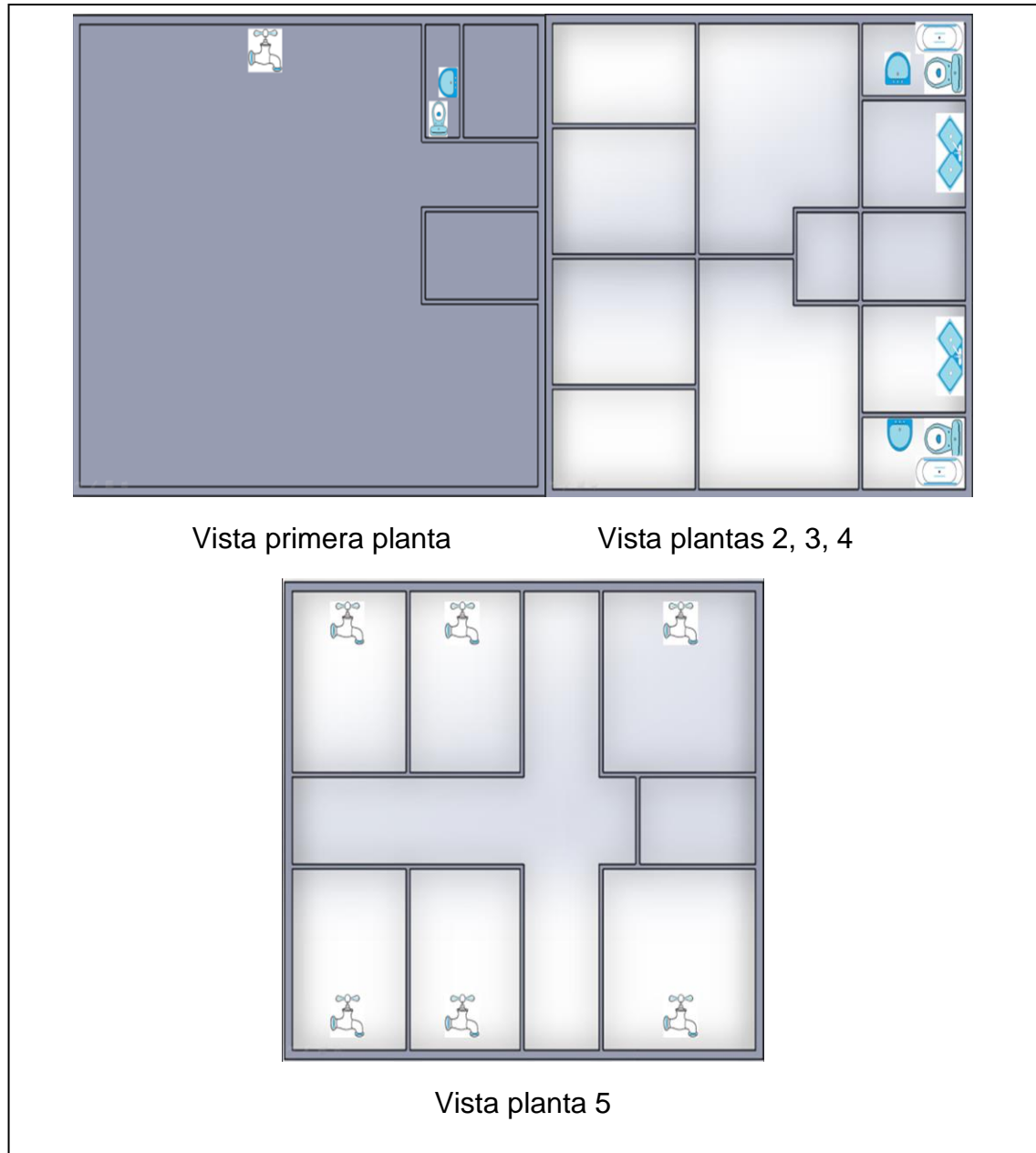
Fuente: Imagen. Elaboración propia

Figura 5. Ilustración de la sección a aguas y grifos



Fuente: Imagen. Elaboración propia

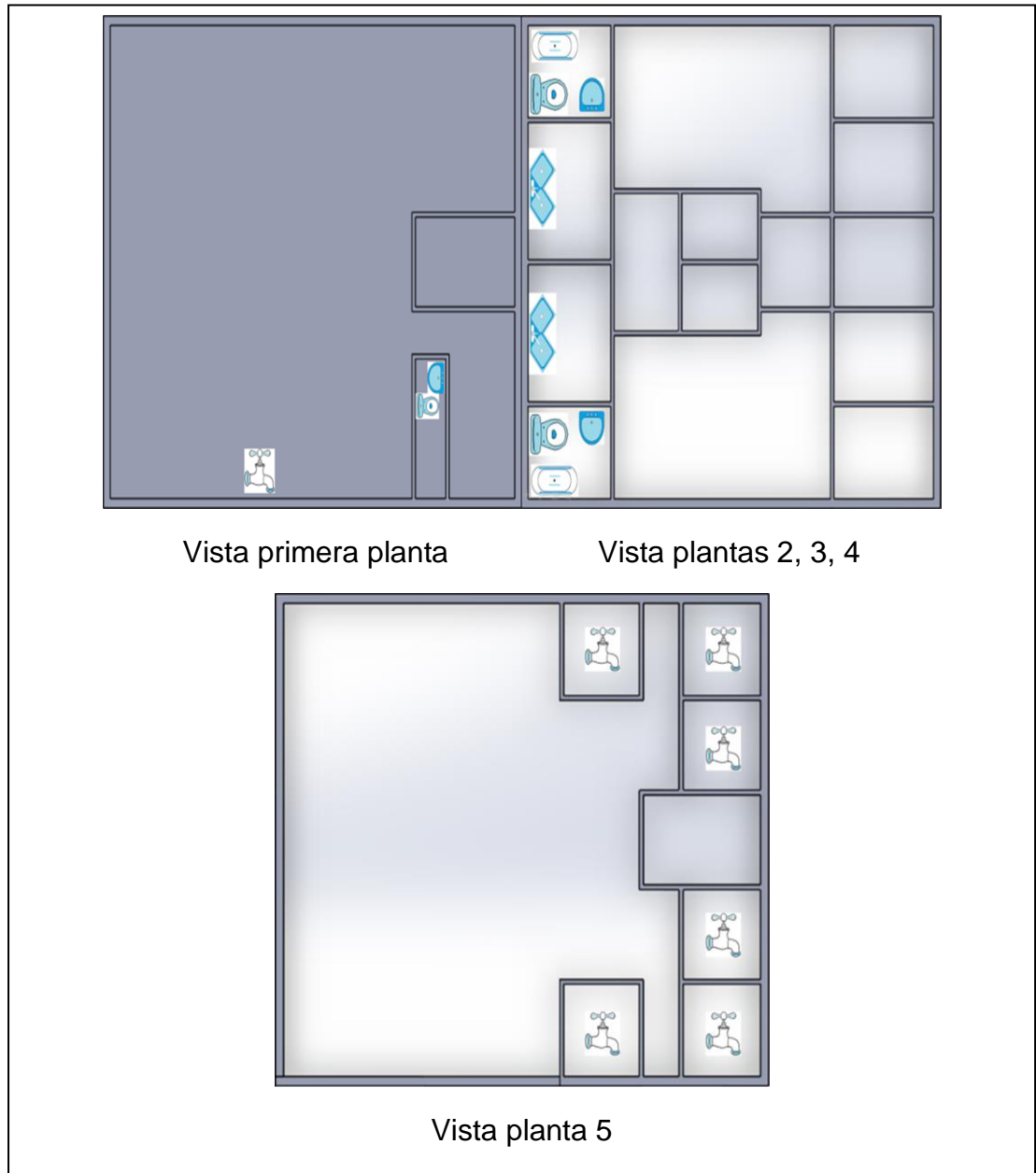
Figura 6. Distribución de puntos húmedos en el apartamento (prototipo uno) en la ciudad de Girardot



Fuente: Imagen. Elaboración propia

En las imágenes que se muestran anteriormente se evidencia la distribución de la edificación para el modelo 1, allí se definen los puntos húmedos, entre los pisos 2 a 4 se va a tener la misma distribución ya que son las plantas destinadas para la ubicación de apartamentos.

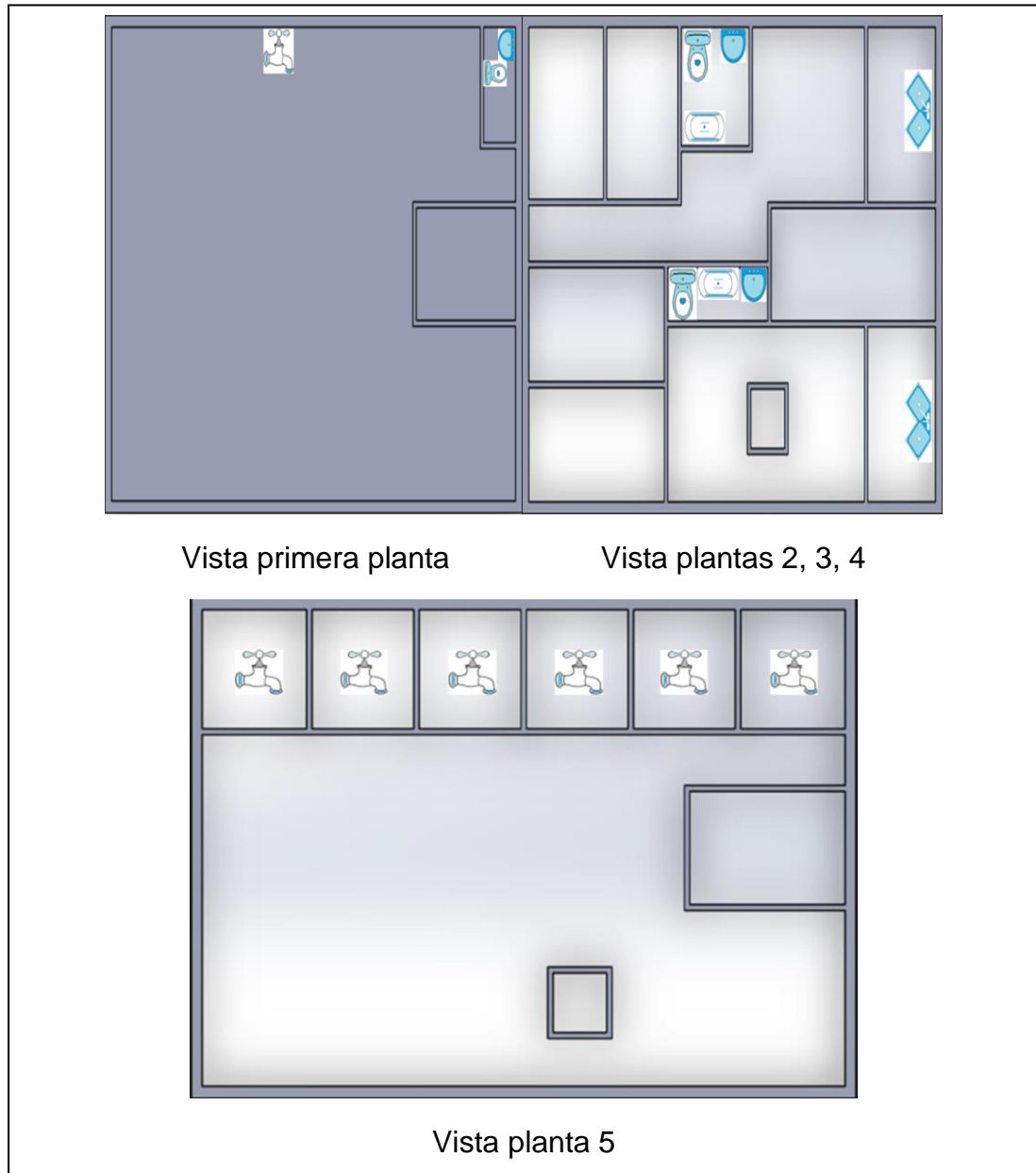
Figura 7. Distribución de puntos húmedos en el apartamento (prototipo dos) en la ciudad de Duitama



Fuente: Imagen. Elaboración propia

En las imágenes que se muestran anteriormente se evidencia la distribución de la edificación para el modelo 2, allí se definen los puntos húmedos, entre los pisos 2 a 4 se va a tener la misma distribución ya que son las plantas destinadas para la ubicación de apartamentos.

Figura 8. Distribución de puntos húmedos en el (prototipo tres) en la ciudad de Girardot



Fuente: Imagen. Elaboración propia

En las imágenes que se muestran anteriormente se evidencia la distribución de la edificación para el modelo 3, allí se definen los puntos húmedos, entre los pisos 2 a 4 se va a tener la misma distribución ya que son las plantas destinadas para la ubicación de apartamentos.

5.2.4. Selección de equipos

5.2.4.1. Sanitario

Para la selección del equipo sanitario se consideró las características de diferentes modelos presentados por la marca Corona, entre los que se tomó en cuenta su ahorro de agua por descarga ya que los distintos modelos proporcionan una reducción de aproximadamente, su correcta adaptación en espacios reducidos, la capacidad de almacenamiento de agua, su comodidad y diseño, a continuación se presenta una tabla de características de algunos modelos considerados:

Tabla 3. Características del equipo sanitario

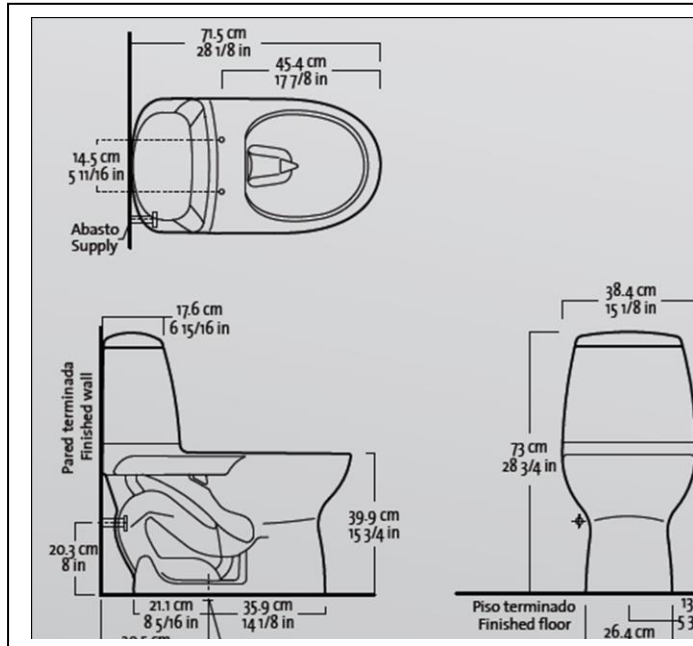
| MODELO | PRESTIGIO | ECOCLEAN | GANAMAX |
|------------------------------------|---|--|---|
| Descarga Sólidos(L) | 3,8 | 6 | 6 |
| Descarga Líquidos(L) | 3,8 | 4 | 4,5 |
| Rango de la presión del agua (PSI) | 25 – 125 | 15 - 125 | 15 - 125 |
| Tipo de material | Porcelana Sanitaria | Porcelana Sanitaria | Porcelana Sanitaria |
| Sistema de descarga | Presión asistida flushmate IV de sloan | Descarga variable por accionamiento o de push | Descarga variable control azul corona |
| Garantía | Integral de por vida | Integral de por vida porcelana – grifería 5 años | Integral de por vida |
| Precio (\$) | 989.900 pesos | 284.900 pesos | 201.900 pesos |
| Imagen |  |  |  |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat90038/Banos>, 10 de enero del 2015

En base a las características mostradas en la tabla, se ha decidido seleccionar el modelo ECOCLEAN, tomando en cuenta que el primer modelo brinda muy buenas características pero su costo es elevado, igualmente las características entre los

dos modelos más económicos no varían en gran medida, por tal razón la base principal de la decisión es el aspecto visual del diseño ECOCLEAN.

Figura 9. Dimensiones del equipo sanitario marca ECOCLEAN



Fuente: Imagen. Disponible en: www.coval.com.co/pdfs/manuales/Corona%20-%202013%20Catalogo%20Sanitarios%20Lavamanos%20Complementos.pdf 10 de enero 2015

A continuación se va a hallar el volumen del tanque de agua, con los datos correspondientes a la figura 9 mostrada anteriormente adicionalmente se incluirá las unidades de equipos a recurrir y su costo.

Tabla 4. Costos del equipo sanitario

| | |
|-----------------------|-----------|
| Costo individual (\$) | 284.000 |
| Unidades | 6 |
| Costo total | 1.704.400 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 5. Datos para hallar el volumen del tanque

| VARIABLES | VALOR (CM) |
|-----------------|------------|
| Altura (h) | 33,1 |
| Profundidad (l) | 18 |
| Ancho(d) | 38,4 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Ecuación 1. Volumen del tanque

$$Volumen del tanque (V_{tan}) = h * l * d$$

Fuente: Ecuación. Disponible en:

http://co.video.search.yahoo.com/video/play;_ylt=A2KLqIhneD1VZmIAvBf8S4pQ;_ylu=X3oDMTBzM3UzbiRzBHNIYwNzcgRzbGsDdmkKBHZ0aWQDBGdwb3MDMTA-?p=ecuacion+para+hallar+el+volumen+del+tanque&vid=fa5389e368f544190bef27762443302c&l=17%3A53&turl=http%3A%2F%2Fts1.mm.bing.net%2Fth%3Fid%3DWN.ia1ZRY3XXF2gc8FX1EIQiA%26pid%3D15.1&rurl=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DedqQc7nKck4&tit=Ecuaci%C3%B3n+de+Bernoulli+y+el+cambio+de+presi%C3%B3n+por+efecto+de+una+v%C3%A1lvula&c=9&sigr=11bdjujcf&sig=12921itlp&sigi=11vf00djh&age=1369244301&fr2=p%3As%2Cv%3Av&hsimp=yhs-fullyhosted_003&hspart=iry&tt=b 29 de enero 2015

$$V_{tan} = 33,1cm * 18cm * 38,4cm$$

$$V_{tan} = 22878,72cm^3 * \frac{1L}{1000cm^3} = \mathbf{22,879L}$$

$$Volumen total de tanques (V_{Ttan}) = V_{Ttan} * cantidad de sanitarios$$

$$V_{Ttan} = 22,879L * 6 unidades$$

$$V_{Ttan} = \mathbf{137,27L}$$

Para hallar la capacidad del tanque de abastecimiento el cual estará ubicado en una especie de sótano al que se tendrá acceso por el parqueadero, el parámetro principal a tomar en cuenta es que el tanque pueda abastecer a cada sanitario por lo menos 3 veces con su capacidad, de esta manera se garantiza una capacidad de abastecimiento del 300%, los procedimientos a seguir son los siguientes:

$$Volumen tanque de abastecimiento (V_{Tan,ab}) = 137,27L * 3 = \mathbf{411,81L}$$

$$V_{Tan,ab} = 411,81L * \frac{0,001m^3}{1L} = 0,41181m^3$$

El tanque tendrá una forma cúbica, quiere decir que el alto (h), la profundidad (l) y el ancho (d) van a ser los mismos, estas dimensiones se hallan de la siguiente manera:

$$h, l, d = \sqrt[3]{V_{Tan,ab}}$$

$$h, l, d = \sqrt[3]{0,41181m^3} = 0,744m \approx \mathbf{0,8m}$$

Finalmente, el volumen real del tanque se define así:

$$V_{rTan,ab} = (0,8m)^3 = 0,512m^3$$

5.2.4.2. Bomba

Para la selección de la bomba que llevará el agua filtrada desde el tanque de reserva situado en el sótano hacia cada sanitario correspondiente por apartamento se debe tomar en cuenta ciertos aspectos para selección, principalmente establecer la variable primordial para el funcionamiento del sistema, para eso se debe hacer las siguientes consideraciones:

- La presión no es la variable primordial ya que no se necesita un abastecimiento constante a cada uno de los reservorios del sistema, el suministro de agua filtrada se hará cada que uno de los reservorios lo requiera.
- El caudal, aunque el sistema no requiere un gran caudal de abastecimiento, es la variable primordial ya que se debe garantizar el llenado de cada uno de los reservorios cuyo volumen fue descrito anteriormente, partiendo de esto para la selección de la bomba se tendrá las siguientes características:

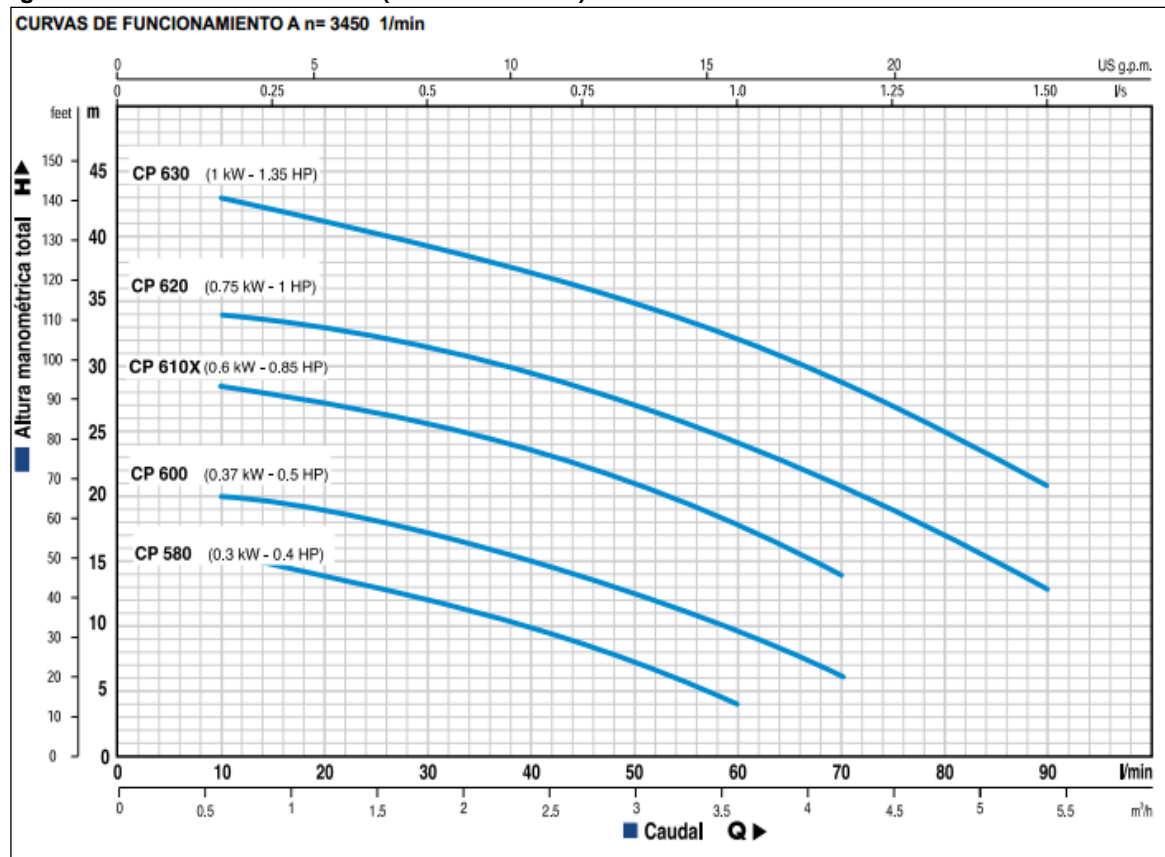
Tabla 6. Características de la bomba

| | |
|---|--------|
| Altura máxima del edificio (m) | 10,3 |
| Volumen total de llenado (l) | 137,27 |
| Tiempo de respuesta óptimo | |
| Consumo de energía apropiado | |
| Bomba de tipo eléctrica: Evita las emisiones de gases tóxicos en lugares encerrados | |
| Bomba de tipo centrífuga: con el fin de garantizar el caudal | |
| Diámetros de entrada y salida a la bomba | |

Fuente: Tabla. Disponible en: [http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10800/Bombas 01](http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10800/Bombas%2001) de febrero 2015

La compañía que se ha seleccionado para proveer la bomba es Pedrollo, radicada en Italia, sin embargo sus productos están a la venta en Homecenter S.A. por lo que son de fácil adquisición. Para la selección se ha tomado varios modelos como referencia, principalmente tomando en cuenta sus prestaciones en base a la altura.

Figura 10. Grafica de las bombas (Altura vs Caudal)



Fuente: Grafica. Disponible en:<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10800/Bombas> 01 de febrero 2015

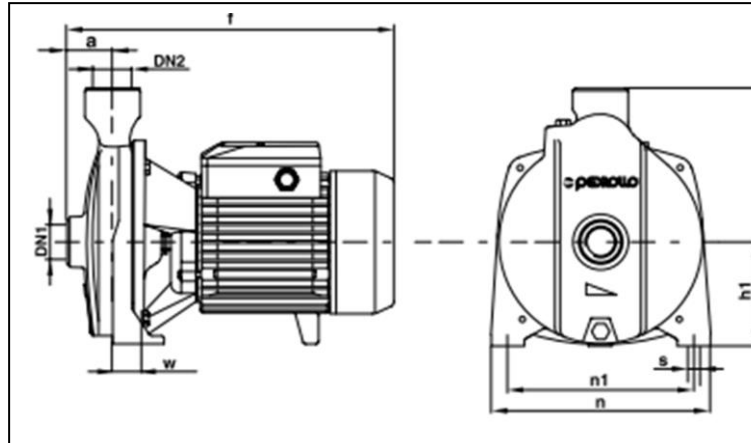
En la anterior tabla vemos las bombas que ofrece Pedrollo para un intervalo de alturas entre 5 a 45 metros, la altura máxima para el funcionamiento de la bomba en el proyecto es de 10 metros, de esta manera se descartan las bombas que sería innecesarias para la aplicación del mismo.

Tabla 7. Características de la bomba

| ítem | potencia | | Caudal a 10 metros (l/min) | Revoluciones (rev/min) |
|---------|----------|-----|----------------------------|------------------------|
| | kw | hp | | |
| cpm 580 | 0,3 | 0,4 | 40 | 3450 |
| cpm 600 | 0,37 | 0,5 | 58 | 3450 |

Fuente: Tabla. Disponible en:<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10800/Bombas> 01 de febrero 2015

Figura 11. Dimensiones de la bomba



Fuente: Imagen. Disponible en: <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/230811/Bomba-para-piscina-dynamo-con-trampa>. 01 de febrero 2015

Tabla 8. Características de la bomba

| MODELO | CPM 580 | CPM 600 |
|------------|---------|---------|
| dn1 (pulg) | 1 | 1 |
| dn2 (pulg) | 1 | 1 |
| a (mm) | 34 | 34 |
| f (mm) | 247 | 247 |
| h (mm) | 187 | 187 |
| h1 (mm) | 77 | 77 |
| n (mm) | 148 | 148 |
| n1 (mm) | 118 | 118 |
| w (mm) | 45 | 45 |
| s (mm) | 10 | 10 |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/230811/Bomba-para-piscina-dynamo-con-trampa>. 01 de febrero 2015

Los dos modelos de bomba pre-seleccionados tienen el mismo tamaño, en cuanto potencia es una pequeña diferencia, sin embargo en el caudal de prestación sí hay una variación considerable, además los precios son prácticamente los mismos, en base a estas consideraciones el modelo seleccionado es CPM600.

Ecuación 2. Tiempo de llenado

$$t = \frac{V_{Ttan}}{Caudal_{Bomba}}$$

Fuente: Ecuación. Disponible en: <http://aula.tareasplus.com/Juan-Camilo-Botero/Fisica-Clasica/Caudal-y-el-calculo-del-tiempo-de-llenado-de-un-tanque> 01 febrero 2015

$$t = \frac{137,27L}{58 \frac{L}{min}}$$

$$t = 2,367min$$

En 2,4 minutos aproximada mente se llena todo el sistema, tomando en cuenta que la altura seleccionada es la máxima con la que podría trabajar la bomba, para la operación del sistema se requiere sólo una bomba, los costos de compra de la misma son los siguientes:

Tabla 9. Costos de la bomba

| Modelo | Fabricante | Proveedor | Cantidad | Costo unitario | costo total |
|------------|------------|------------|----------|----------------|-------------|
| cpm 600 | Pedrollo | Homecenter | 1 | 348.900 | 348.900 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

5.2.4.3. Filtro

Durante el proceso de recirculación de agua, en el recorrido del agua por las tuberías hacia el tanque de reserva, se adaptara un filtro para remover las partículas contaminantes de modo que una vez llegue al tanque de reserva este ya lista para su uso en el sistema, además de aprovechar la gravedad para un filtrado más rápido y efectivo.

Como compañía proveedora se seleccionó a SYR una compañía de origen Alemán la cual distribuye sus productos a lo largo del globo terráqueo, los filtros son fabricados con el fin de garantizar agua potable, de esta manera se garantiza la calidad del filtrado, a continuación los modelos de filtros:

Tabla 10. Modelo de los filtros

| ÍTEM | RATIO FR 5315 | RATIO DFR 5315 | BRIDAS 6380 |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Presión (bar) | mín.: 2 máx.: 16 | mín.: 2 máx.: 16 | mín.: 2 máx.: 16 |
| temperatura (°C) | máx.: 30 | máx.: 30 | máx.: 30 |
| Ancho malla filtraje (µm) | 90 | 90 | 90 |
| Adicionales | Sin válvula reductora de presión | Con válvula reductora de presión | Altos caudales |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://filtrosdeagua.net/> 05 de febrero 2015

Conversión de caudal para selección de filtro:

$$Caudal_{Bomba} = 58 \frac{L}{min} * \frac{0,001m^3 * 60min}{1L * 1h}$$

$$Caudal_{Bomba} = 3,44 \frac{m^3}{h} \approx 3,4 \frac{m^3}{h}$$

Debido a que no se requiere reducir presión en el sistema y que el caudal es bajo, el modelo seleccionado es **RATIO FR 5315**, en cuanto a prestación de caudal nos presenta los siguientes datos:

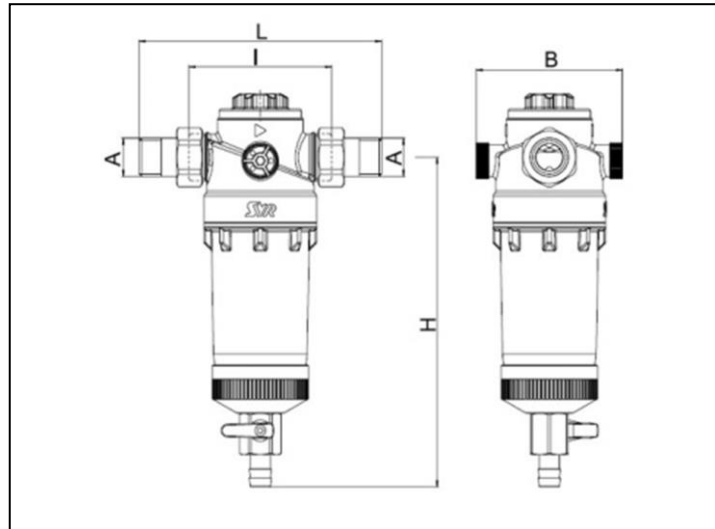
Tabla 11. Modelos de las bombas

| MODELO | CAUDAL ($\frac{m^3}{h}$) | VARIACIÓN DE PRESIÓN (BAR) |
|--------|----------------------------|----------------------------|
| DN15 | 2 | 0,2 |
| DN20 | 2,3 | 0,2 |
| DN25 | 3 | 0,2 |
| DN15 | 3,4 | 0,5 |
| DN20 | 4,4 | 0,5 |
| DN25 | 5,2 | 0,5 |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://filtrosdeagua.net/> 05 de febrero 2015

De acuerdo con el caudal, el modelo que corresponde es **RATIO FR 5315 DN15@0,5bar**, a continuación las dimensiones del filtro:

Figura 12. Filtro



Fuente: Imagen. Disponible en: <http://filtrosdeagua.net/> 05 de febrero 2015

Tabla 12. Características del filtro

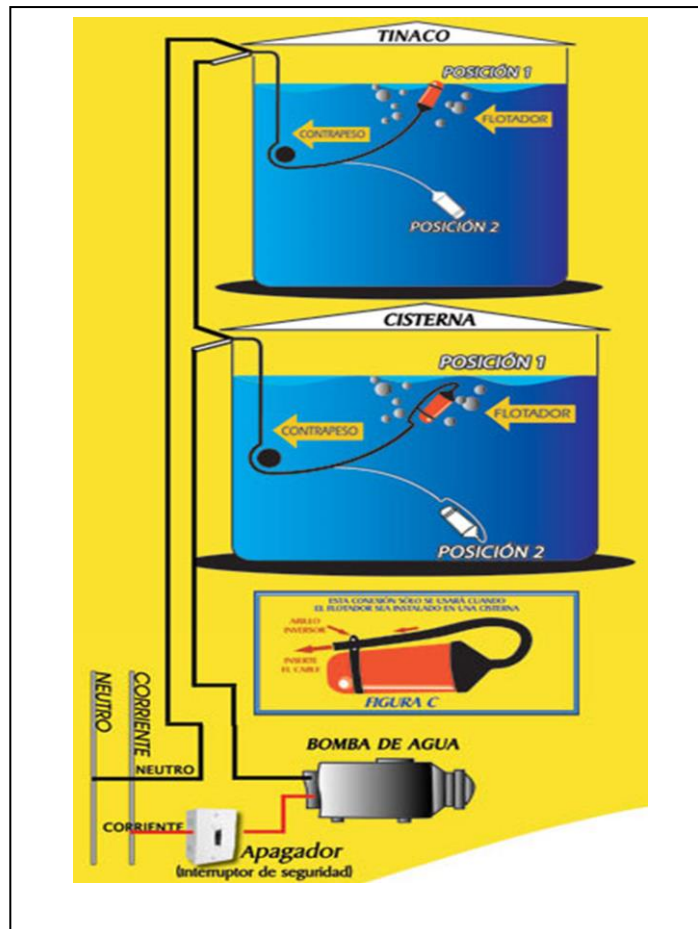
| VARIABLE | DIMENSIÓN |
|----------|-----------|
| A (Pulg) | 1 |
| H (mm) | 184,5 |
| L (mm) | 170 |
| I (mm) | 100 |
| B (mm) | 82 |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://filtrosdeagua.net/> 05 de febrero 2015

El diámetro de entrada y salida del filtro encaja perfectamente al de la tubería, el cual es igualmente 1 Pulgada, para el montaje del filtro se debe ubicar de modo que su eje principal esté alineado verticalmente. Se debe hacer una adaptación con codos para que el filtro quede ubicado en su posición adecuada.

- **Flotador electrónico:** En cada tanque de los inodoros se debe adaptar un flotador adicional el cual irá conectado a la bomba, el flotador le indica a la bomba cuando uno de los tanques está desocupado para que inicie el bombeo.

Figura 13. Funcionamiento del flotador



Fuente: Imagen. Disponible en: <http://www.syr.de/es/index.asp> 07 de febrero 2015

Funcionamiento: En cuanto dos posiciones se encuentren el flotador envía la señal a la bomba para iniciar el abastecimiento.

Figura 14. Flotador



Fuente: Imagen. Disponible en: www.homecenter.com 08 de febrero 2015

Tabla 13. Costos del flotador

| Marca | Proveedor | Cantidad | Precio unitario | Valor total |
|-----------|------------|----------|-----------------|-------------|
| Flotaflex | Homecenter | 6 | 33.000 | 198.000 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

5.3. ESTUDIO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Para esta sección básicamente tomaremos como fuente de energía los recursos naturales disponibles en la zona de implementación del proyecto, es decir, la luz solar para abastecimiento de paneles solares y el sistema de aprovechamiento solar que será presentado más adelante, y el aire con su velocidad y dirección para abastecimiento de los generadores eólicos.

5.3.1. Puntos de luz

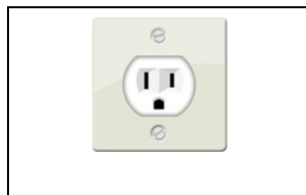
Se define los puntos de luz como las secciones de la edificación en donde se requiere la electricidad como recurso principal, estos se determinan de la siguiente manera:

Figura 15. Puntos de ubicación de bombillos



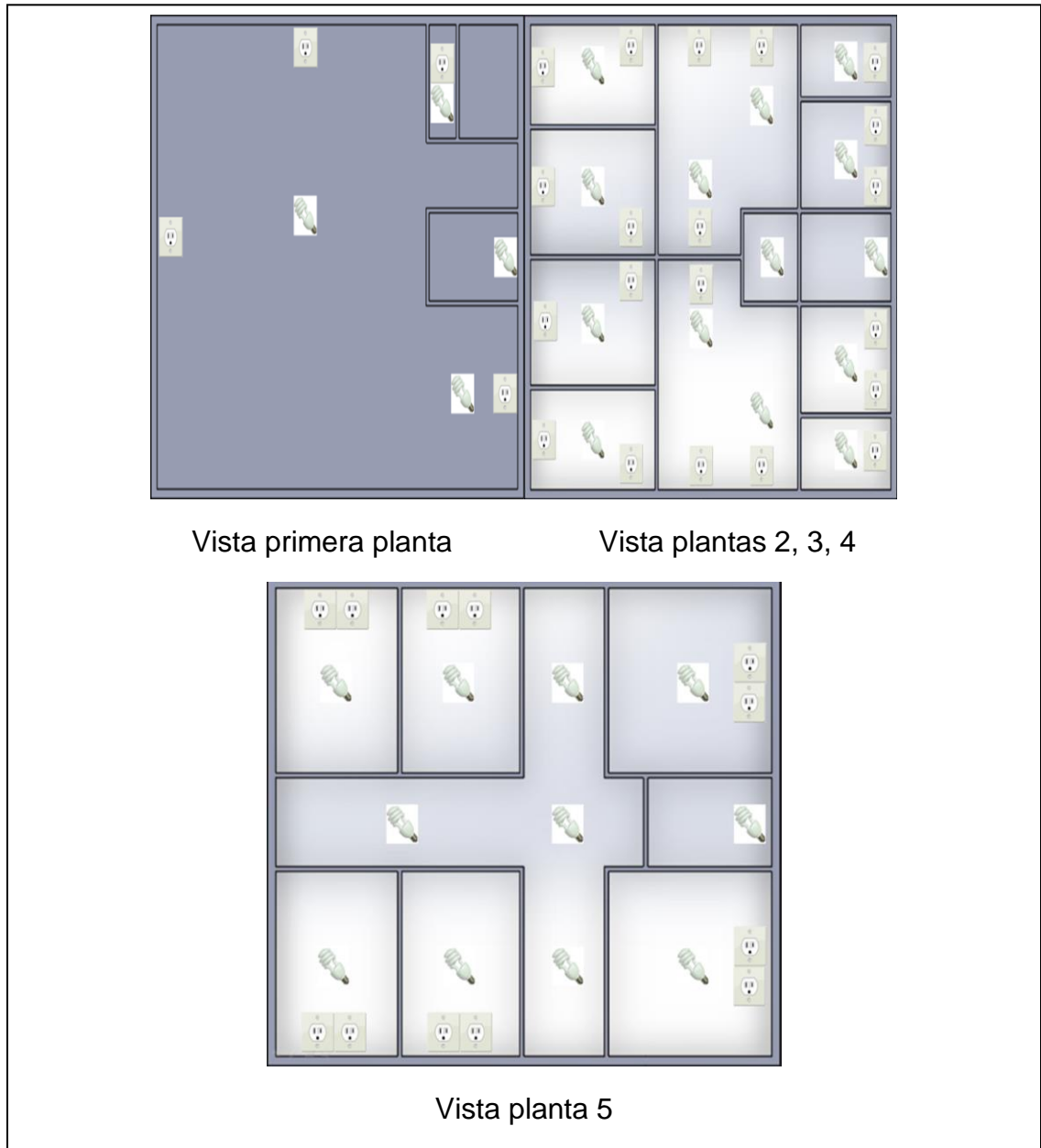
Fuente: Imagen. Elaboración propia

Figura 16. Puntos de ubicación de tomas de corriente



Fuente: Imagen. Elaboración propia

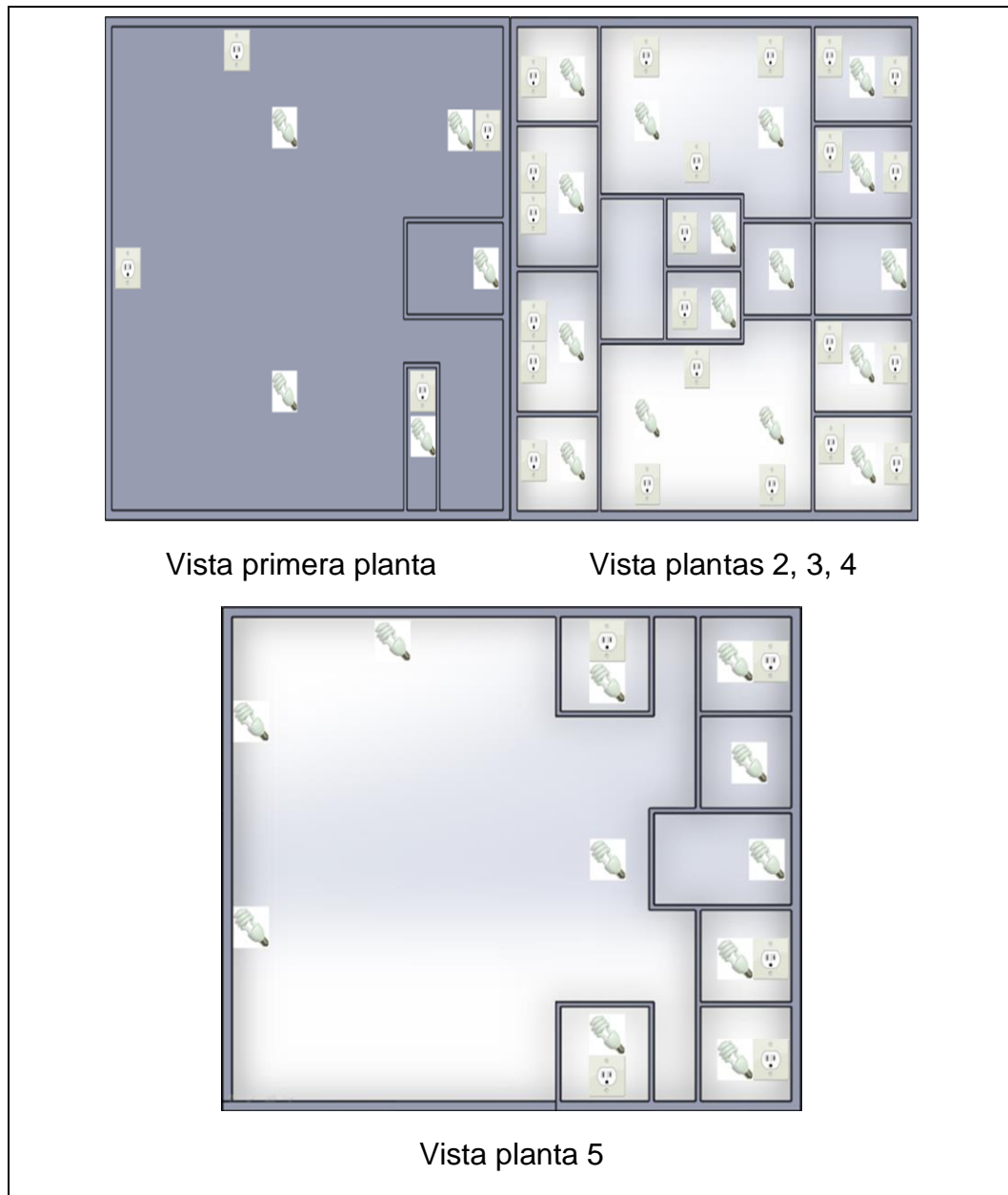
Figura 17. Distribución de puntos de energía en el apartamento (prototipo uno) en la ciudad de Girardot



Fuente: Imagen. Elaboración propia

En las imágenes se describe la distribución del modelo 1 referenciando los puntos de luz en toda la edificación.

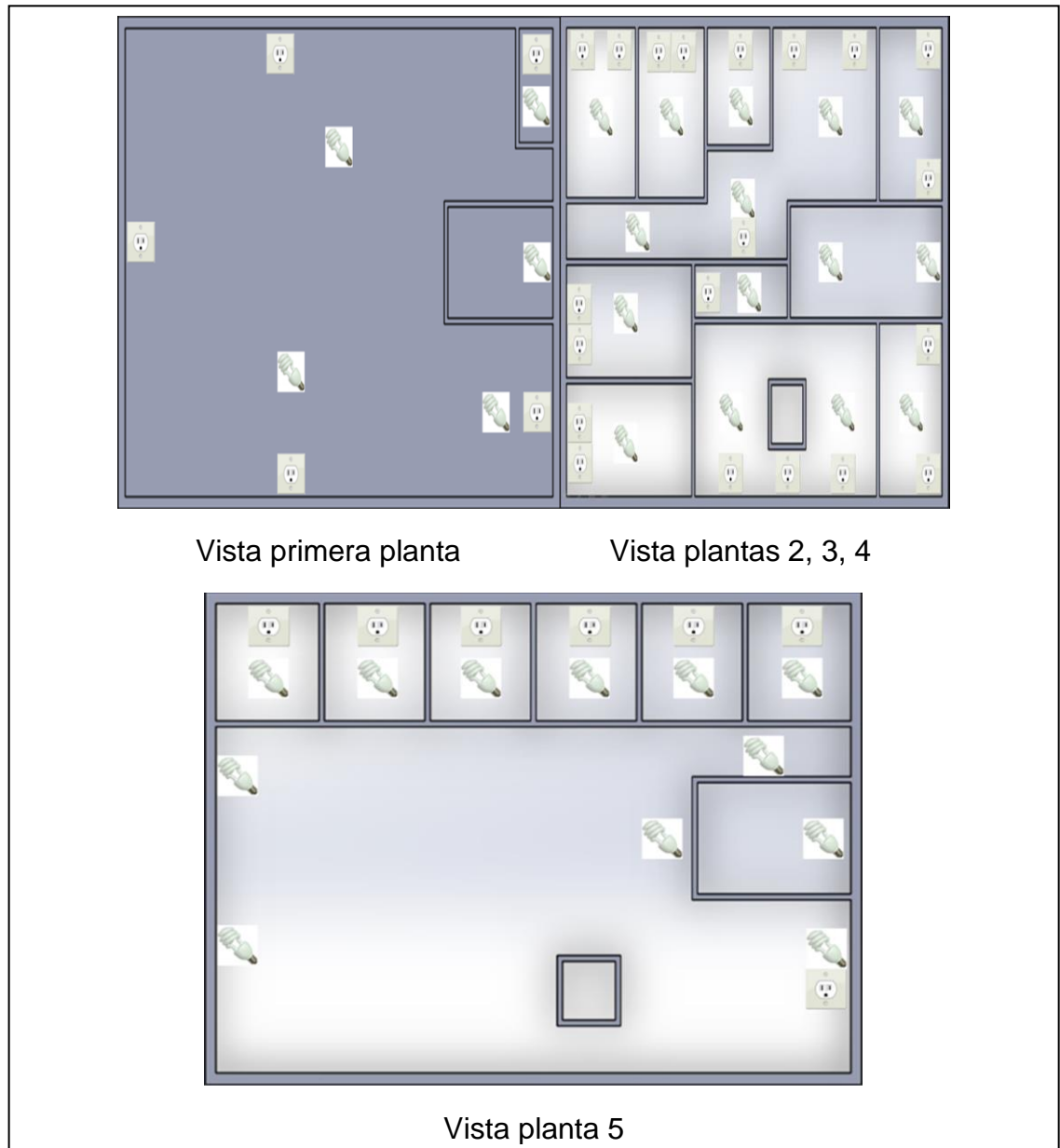
Figura 18. Distribución de puntos de energía en el apartamento (prototipo dos) en la ciudad de Duitama



Fuente: Imagen. Elaboración propia

En las imágenes se describe la distribución del modelo 2 referenciando los puntos de luz en toda la edificación.

Figura 19. Distribución de puntos de energía en el apartamento (prototipo tres) en la ciudad de Duitama



Fuente: Imagen. Elaboración propia

En las imágenes se describe la distribución del modelo 3 referenciando los puntos de luz en toda la edificación.

5.3.2. Generador eólico

Tabla 14. Ventajas y desventajas del generador eólico

| GENERADO EÓLICO | |
|--|--|
| Ventajas | Desventajas |
| <ul style="list-style-type: none"> - La energía eólica no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a evitar el cambio climático. - la energía eólica no produce ningún tipo de alteración sobre los acuíferos ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos. - La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni destruye la capa de ozono, tampoco crea lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes. | <ul style="list-style-type: none"> - El aire al ser un fluido de pequeño peso específico, implica fabricar máquinas grandes y en consecuencia caras. - Su altura puede igualar a la de un edificio de diez o más plantas, en tanto que la envergadura total de sus aspas alcanza la veintena de metros, lo cual encarece su producción. - Un impacto negativo es el ruido producido por el giro del rotor. - También ha de tenerse especial cuidado a la hora de seleccionar un parque si en las inmediaciones habitan aves, por el riesgo mortandad al impactar con las palas. - Necesita de una ubicación adecuada donde haya gran cantidad de viento para que este genere energía. - Genera una alta contaminación auditiva por el motor. |

Fuente: Tabla. Disponible en: http://www.revistafuturos.info/futuros14/energia_eolica.htm 22 febrero 2015

5.3.3. Paneles solares

Tabla 15. Ventajas y desventajas de los paneles solares

| Paneles solares | |
|--|--|
| Ventajas | Desventajas |
| <ul style="list-style-type: none"> - Los paneles solares son limpios, silenciosos y no dañan el medio ambiente. - Se ahorra bastante energía, lo que a final de mes se puede apreciar fácilmente. - La instalación es fácil y rápida. - El mantenimiento es mínimo y no es costoso. - Tiene un periodo de utilidad largo. - Tendrá energía eléctrica gratis. - Es el único sistema que permite un suministro de energía renovable continuo haya sol o no. - Su duración es de 30 años. - Para que los paneles solares produzcan electricidad sólo necesitan que la presencia de la luz (fotones) alcance el panel y no que la radiación dé directamente sobre él. - No generan contaminación acústica. | <ul style="list-style-type: none"> - Aunque la energía renovable obtenida a través de las células fotovoltaicas beneficia al medioambiente su fabricación aún depende de energías no limpias, con lo que por ese lado sí repercute negativamente en el medio. - El coste de la inversión es elevado ya que es un sistema de energía renovable relativamente nuevo y la demanda aún no es suficiente como para abaratar considerablemente los costes, aunque van reduciéndose paulatinamente. - Tiene ciertas restricciones de consumo debido a que no puede utilizarse más energía de la acumulada en épocas de escaso sol. - Otro inconveniente es la estética, ya que los paneles no son especialmente bonitos. - Su inversión inicial es alta. - Los paneles solares no pueden funcionar al 100% cuando el cielo este gris. |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://suite101.net/article/que-es-un-panel-solar-ventajas-desventajas-y-dudas-frecuentes-a76296#.VLGDKdKG9e8> 22 de febrero 2015

Tabla 16. Tabla de consumo de electrodomésticos (watt/hora)

| Electrodomésticos | Consumo individual (w/h) | Consumo del día (horas) | Consumo diario (w/d) |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Reproductor de DVDs | 25 | 6 | 150 |
| Televisión | 150 | 10 | 1500 |
| Computadora | 150 | 14 | 2100 |
| Licuadaora | 350 | 1 | 350 |
| Lavadora | 375 | 3 | 1125 |
| Refrigerador | 575 | 24 | 13800 |
| Cafetera | 700 | 1 | 700 |
| Secadora de cabello | 825 | 1 | 825 |
| Plancha | 1200 | 1 | 1200 |
| Aspiradora | 1200 | 1 | 1200 |
| Horno de microondas | 1200 | 2 | 2400 |
| Calefactor | 1300 | 3 | 3900 |
| TOTAL | 8050 w/h | 82 | 29.250 w/día 29.25 kw/día |

Fuente: Disponible en: <http://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/prensa.jsp?id=38722> de febrero 2015

La selección del panel se efectuó tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

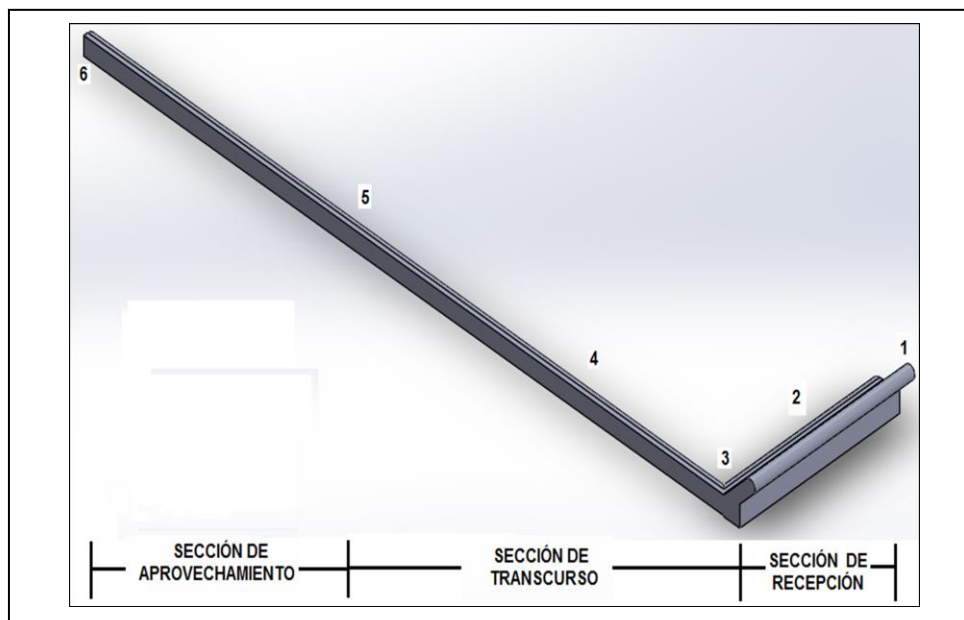
- **Costo:** Está en un nivel de costo promedio, brindando excelentes prestaciones, adicional que se adapta a los requerimientos básicos de un apartamento.
- **Dimensiones:** Debido a que se requiere una cantidad considerable de paneles, esta variable es una de las más importantes a tener en cuenta para la selección, el panel Kyocera de 140w tiene dimensiones de 680cm de ancho por 1508cm de longitud ya que se ajusta a las dimensiones de la estructura.
- **Prestaciones:** Es un panel de uso comúnmente para suplir las necesidades de un apartamento pequeño, reduciendo el consumo de electricidad de los electrodomésticos de consumo promedio.
- **Especificaciones:** Potencia: 140w, Voltaje: 12V, Potencia generada en 3 horas de captación solar: 420w, Tipo de conexión: SMK, Corriente: 8.68A, Peso: 28,4lb, eficiencia: 16% aproximadamente

5.3.4. Sistema de aprovechamiento solar

Este sistema se ideó por la necesidad de iluminación natural en las zonas de los apartamentos en los cuales la misma no tiene alcance por la imposibilidad de establecer ventanas, se trata de una composición de polímeros transparentes sellados y presurizados con agua en su interior, además de fluidos químicos para evitar contaminación.

5.3.4.1. Secciones del sistema

Figura 20. Secciones del sistema de iluminación



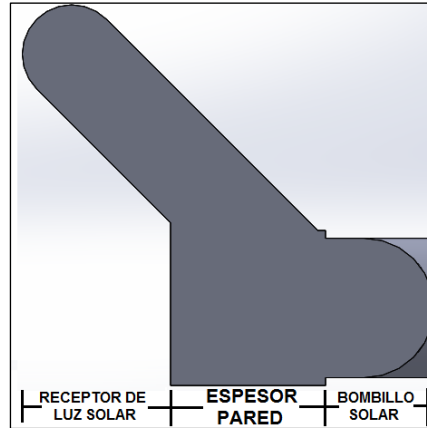
Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Sección de recepción:** Esta sección está ubicada directamente hacia la radiación solar, la inclinación del receptor solar es de 45° con respecto al eje horizontal, la sección del bombillo solar y el espesor de la pared (Ver Figura 21) está recubierto con material luminoso para evitar la radiación externa de la luz captada por el sistema, ya que la idea es transportar la luz hacia las áreas no iluminadas.

En el punto 1 está ubicado un espejo con un ángulo de 45° de modo que apunte directamente al punto 3 en donde está ubicado otro espejo igualmente con un ángulo de 45° apuntando a los puntos 4, 5 y 6.

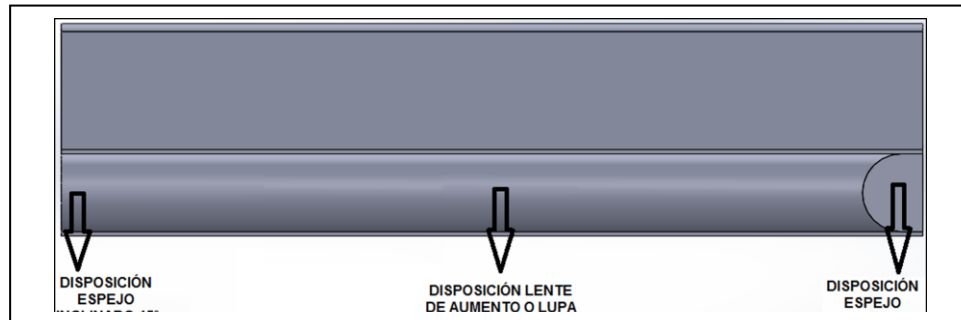
Mientras tanto en el punto 2 está ubicado un lente de aumento con el fin de incrementar la intensidad de la luz captada.

Figura 21. Sección de recepción



Fuente: Imagen. Elaboración propia

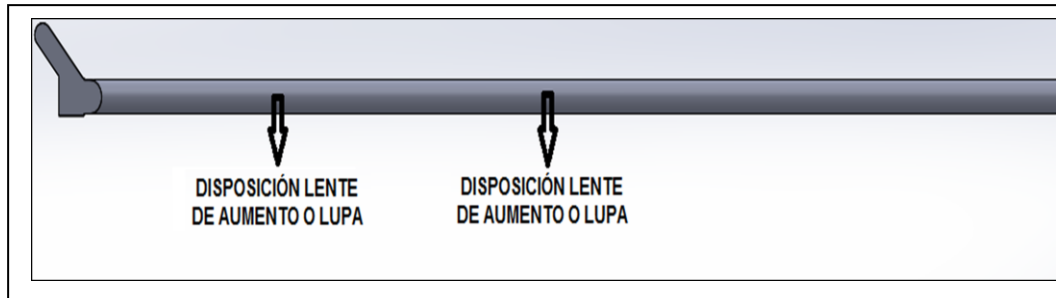
Figura 22. Sección de recepción detallada



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Sección de transcurso:** Esta sección está recubierta con material luminoso para mantener la luz captada en el interior del sistema, por allí simplemente es transportada la luz, en el punto 4 está ubicado un lente de aumento para intensificar la radiación, en el punto 5 está ubicado otro lente de aumento, además este es el punto de entrada hacia el área no iluminada, por ende hasta allí llega el recubrimiento.

Figura 23. Sección de transcurso



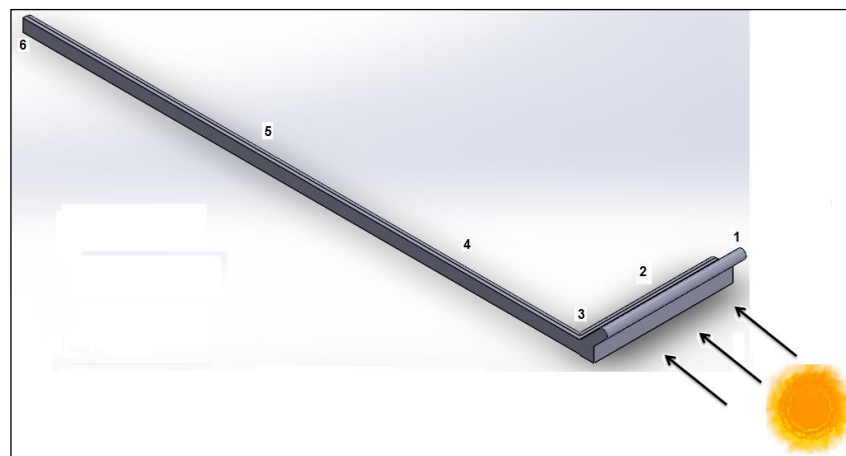
Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Sección de aprovechamiento:** A partir del punto 5 no hay recubrimiento por lo que la luz en el sistema saldrá hacia el área no iluminada, desde el punto 5 hasta el 6 será iluminado naturalmente, adicional a esto, en el punto 6 está ubicado el último espejo con una inclinación de 45° apuntando hacia el interior del área no iluminada.

5.3.4.2. Funcionamiento del sistema

- **Primer paso:** La radiación solar es captada por el receptor de luz solar y se distribuye a lo largo de los puntos 1, 2 y 3.

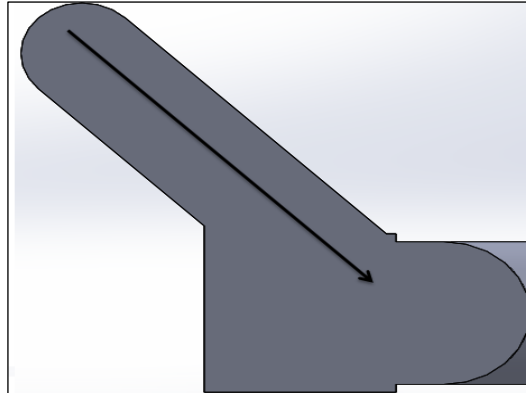
Figura 24. Sección de receptor de luz



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Segundo paso:** La luz solar pasa del receptor directamente hacia el bombillo solar.

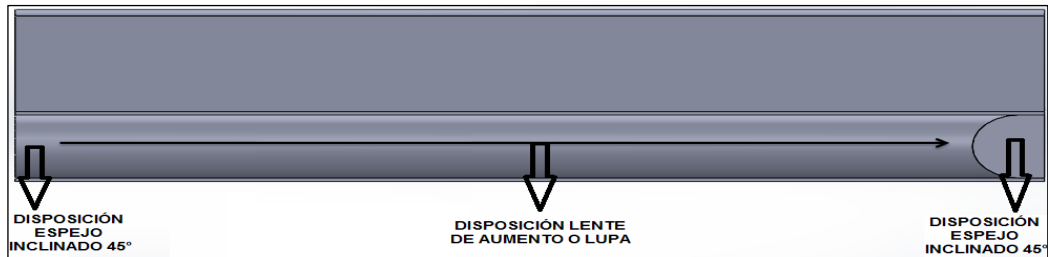
Figura 25. Sección del receptor detallada



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Tercer paso:** La luz solar es reflejada hacia el espejo y se dirige hacia el punto 3, tomando en cuenta el aumento en la intensidad en el punto en donde está ubicado el lente de aumento.

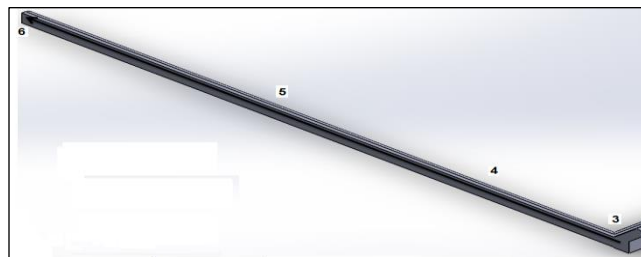
Figura 26. Sección de ubicación de la lupa



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Cuarto paso:** Cambia la dirección de la luz captada en 90° , ahora se dirige hacia el punto 6, en el transcurso atravesará los lentes de los puntos 4 y 5 con el fin de incrementar la intensidad.

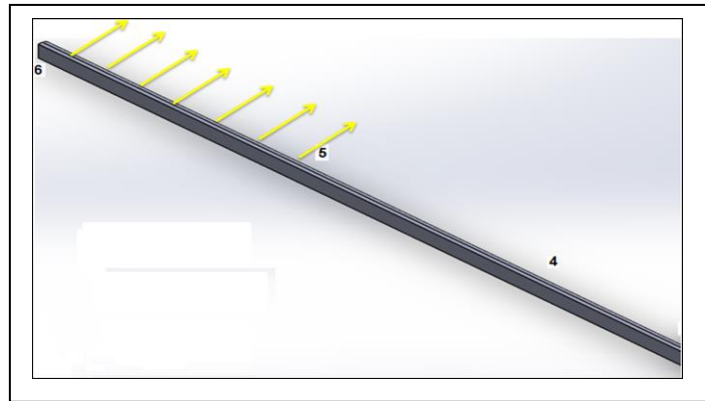
Figura 27. Sección de los lentes



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- **Quinto paso:** Finalmente la luz es liberada hacia el área no iluminada entre los puntos 5 y 6, además de reflejarse en el espejo ubicado en el punto 6 el cual apunta directamente hacia el área no iluminada.

Figura 28. Sección de reflejo de la luz

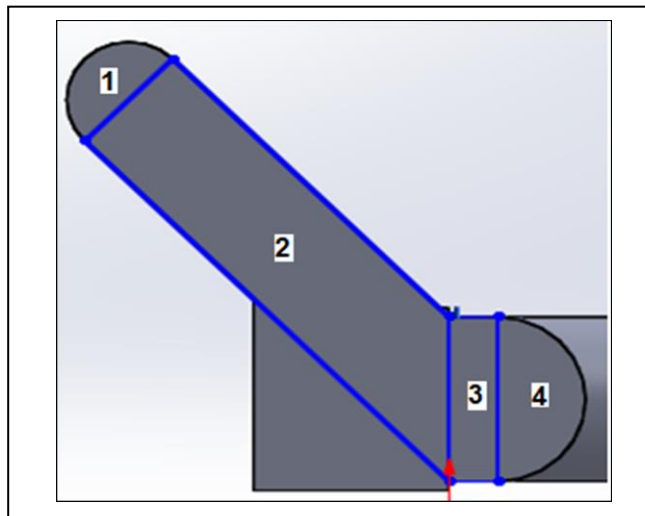


Fuente: Imagen. Elaboración propia

5.3.4.3. Volumen del sistema ocupado por agua

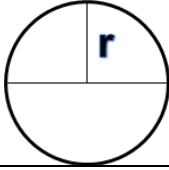
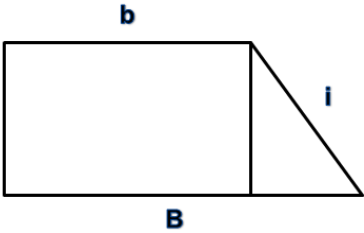

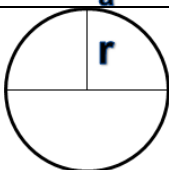
Primero tomamos el perfil de la sección de recepción y dividimos el perfil en varias áreas para poder hallar las mismas, de la siguiente manera:

Figura 29. Sección de recepción detallada



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 17. Ecuaciones de cuerpos geométricos

| # | figura | dimensiones | variables |
|---|-------------------------|--|--|
| 1 | media circunferencia |  | r= radio |
| 2 | trapecio rectángulo |  | b= base h= altura b= lado superior i= lado diagonal |
| 3 | rectángulo |  | a= base h= altura |
| 4 | media circunferencia |  | r= radio |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://www.losexamenes.com/examen/ semejanza,-cuerpos-geom%C3%89tricos,-ecuaciones-matematicas-2-eso-id678> 29 de febrero 2015

Tabla 18. Calculo de área del perfil seleccionado en recepción

| # | DIMENSIONES | ECUACIÓN | DESARROLLO | ÁREA |
|---|---|-----------------------------|--|-----------------------------|
| 1 | r: 0,06m | $A = \frac{\pi * r^2}{2}$ | $A = \frac{\pi * 0,06m^2}{2}$ | 0,00565m ² |
| 2 | h=0,13m B=0,53m i= 0,18m b= 0,4m | $A = \frac{(B + b) * h}{2}$ | $A = \frac{(0,53m + 0,4m) * 0,13m}{2}$ | 0,06m ² |
| 3 | h= 0,05m a= 0,18m | $A = a * h$ | $A = 0,18m * 0,05m$ | 0,009m ² |
| 4 | r= 0,09m | $A = \frac{\pi * r^2}{2}$ | $A = \frac{\pi * 0,09m^2}{2}$ | 0,0127m ² |
| ÁREA PERFIL SECCIÓN DE RECEPCIÓN (A₁) | | | | 0,07925m² |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://www.losexamenes.com/examen/ semejanza,-cuerpos-geom%C3%89tricos,-ecuaciones-matematicas-2-eso-id678> 29 de febrero 2015

- Cálculo de volumen sección de recepción.

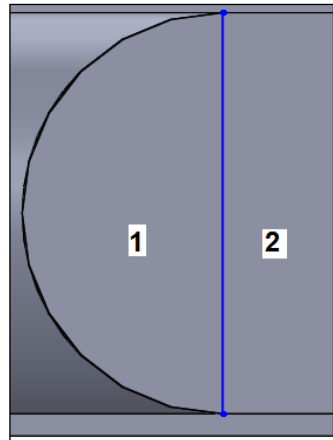
$$\text{Longitud sección de recepción } (l_1) = 2m$$

$$\text{Volumen sección de recepción } (V_1) = l_1 * A_1$$

$$V_1 = 2m * 0,07925m^2$$

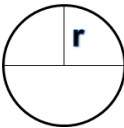

$$V_1 = 0,1585m^3$$

Figura 30. Sección de transición y aprovechamiento



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 19. Ecuaciones de cuerpos geométricos

| # | FIGURA | DIMENSIONES | VARIABLES |
|---|----------------------|--|----------------------|
| 1 | Media circunferencia |  | r= radio |
| 3 | Rectángulo |  | a= base h= altura |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://www.losexamenes.com/examen/ semejanza, -cuerpos-geom%C3%89tricos, -ecuaciones-matematicas-2-eso-id678> 29 de febrero 2015

Tabla 20. Área de la sección transición y aprovechamiento

| # | DIMENSIONES | ECUACIÓN | DESARROLLO | ÁREA |
|--|----------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1 | r= 0,09m | $A = \frac{\pi * r^2}{2}$ | $A = \frac{\pi * 0,09m^2}{2}$ | 0,0127m ² |
| 3 | h= 0,05m a= 0,18m | $A = a * h$ | $A = 0,18m * 0,05m$ | 0,009m ² |
| ÁREA PERFIL SECCIÓN DE TRANSICIÓN Y APROVECHAMIENTO (A₂) | | | | 0,0217m² |

Fuente: Tabla. Disponible en: <http://www.losexamenes.com/examen/semajanza,-cuerpos-geom%C3%89tricos,-ecuaciones-matematicas-2-eso-id678> 29 de febrero 2015

Longitud sección de transición y aprovechamiento (l_2) = 7,87m

Volumen sección de transición y aprovechamiento (V_2) = $l_2 * A_2$

$$V_2 = 7,87m * 0,0217m^2$$

$$V_2 = 0,17m^3$$

Volumen total del sistema (V_T) = $V_1 + V_2$

$$V_T = 0,1585m^3 + 0,17m^3$$

$$V_T = 0,3285m^3 * \frac{1000L}{1m^3} = 328,5L$$

Es decir, que para rellenar el sistema se requieren 328,5 litros de agua.

El químico a emplear para desinfección del agua y para prevenir que la misma se contamine, se va a agregar hipoclorito de calcio con las siguientes características:

Tabla 21. Características del químico desinfectante

| | |
|--------------------------------|------------------|
| DOSIS DE CLORO | $5 \frac{mg}{L}$ |
| CONCENTRACIÓN DEL CLORO | 65% |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Ahora, para calcular la cantidad de cloro en gramos que se le va a agregar al sistema empleamos la siguiente ecuación:

$$W_c = \frac{V_T * Dosis}{Concentración * 10}$$

$$W_c = \frac{328,5L * 5 \frac{mg}{L}}{65 * 10}$$

$$W_c = 2,53g$$

Para los 328,5 litros de agua se debe agregar una cantidad de 2,53 gramos de hipoclorito de calcio para mantener el agua sin contaminantes, estos datos se basaron en una medida de uso del químico para consumo del ser humano, por lo tanto se garantiza que la mezcla va a ser efectiva.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1. COTIZACIÓN DE LOTES

Tabla 22. Cotización de lotes en Girardot

| # | ÁREA (m ²) | VALOR | UBICACIÓN | LINK |
|----|------------------------|---------------|--------------------------------|---|
| 1 | 98 | \$ 22.000.000 | GIRARDOT – BRISAS DE MONTAÑA | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/condominio_brisas_montana-det-1294414.aspx |
| 2 | 105 | \$ 9.000.000 | GIRARDOT – VILLAS DE MAGDALENA | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/centro-det-1293695.aspx |
| 3 | 98 | \$ 24.000.000 | GIRARDOT – BELLA VISTA | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/girardot-det-1292854.aspx |
| 4 | 98 | \$ 32.000.000 | GIRARDOT – VERDE DEL CAMPO | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/narino_cundinamarca-det-1292291.aspx |
| 5 | 128 | \$ 40.000.000 | GIRARDOT – ROSABLANCA | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/girardot-det-1283835.aspx |
| 6 | 98 | \$ 38.000.000 | GIRARDOT – JOSÉ MARÍA CÓRDOBA | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/ricaurte_girardot-det-1270063.aspx |
| 7 | 132 | \$ 42.000.000 | GIRARDOT – SAN LORENZO | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/verda_san_lorenzo-det-1266300.aspx |
| 8 | 98 | \$ 22.000.000 | GIRARDOT – NARIÑO | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/girardot-det-1227729.aspx |
| 9 | 115 | \$ 30.000.000 | GIRARDOT | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/girardot-det-1180501.aspx |
| 10 | 117 | \$ 45.000.000 | GIRARDOT – VERDE NATURAL | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/narino-cundinamarca-det-1155345.aspx |
| 11 | 110 | \$ 35.000.000 | GIRARDOT – VILLA KENEDY | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/villa-kennedy-det-1149875.aspx |
| 12 | 98 | \$ 20.000.000 | GIRARDOT – EL ÉXITO | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/lote-e5-det-1096762.aspx |
| 13 | 116 | \$ 45.000.000 | GIRARDOT – LOS ALCATRACES | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/los-alcatraces-ii-det-1044460.aspx |
| 14 | 188 | \$ 50.000.000 | GIRARDOT – RICAURTE | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/lote-en-ricaurte-det-1030584.aspx |

| | | | | |
|----|-----|---------------|--|---|
| 15 | 117 | \$ 43.000.000 | GIRARDOT – NARIÑO | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/narino-cundinamarca-det-1019298.aspx |
| 16 | 131 | \$ 50.000.000 | GIRARDOT – SENDERO DEL SOL | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/girardot-det-1263677.aspx |
| 17 | 150 | \$ 30.000.000 | GIRARDOT – LUIS CARLOS GALÁN | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/luis_carlos_galan-det-1248102.aspx |
| 18 | 97 | \$ 40.000.000 | GIRARDOT – PARQUE CENTRAL | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/girardot/urbanizacion-parque-central-girardot-det-1200731.aspx |
| | 116 | \$ 34.277.778 | PROMEDIO m² \$ 294.651 | |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 23. Cotización de los lotes de Duitama

| # | ÁREA (m ²) | VALOR (\$) | UBICACIÓN | LINK |
|---|------------------------|---------------|--|---|
| 1 | 161 | \$ 30.000.000 | DUITAMA – VILLA MARGOTH | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/duitama/ciudadela-villa-margoth-det-1174453.aspx |
| 2 | 108 | \$ 47.000.000 | DUITAMA – SEVILLA II | http://www.fincaraiz.com.co/lote-en-venta/duitama/sevilla-ii-det-1019162.aspx |
| 3 | 200 | \$ 35.000.000 | DUITAMA – PUEBLITO BOYACENSE | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-F1119150#fotosgrandes |
| 4 | 160 | \$ 28.000.000 | DUITAMA – SAN ANTONIO | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-160m2-F872743 |
| 5 | 183 | \$ 45.000.000 | DUITAMA – VILLAS DEL MUNDIAL | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-183m2-F1164687 |
| 6 | 154 | \$ 37.000.000 | DUITAMA | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-154m2-F1164154 |
| 7 | 170 | \$ 60.000.000 | DUITAMA – UPTC | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-170m2-F1045868 |
| 8 | 126 | \$ 70.000.000 | DUITAMA | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-126m2-F1029676 |
| 9 | 108 | \$ 28.000.000 | DUITAMA – BARRIO CUNDINAMARCA | http://colombia.inmobiliaria.com/lote-en-duitama-108m2-F1008232 |
| | 152 | \$ 42.222.222 | PROMEDIO m² \$ 277.372 | |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

6.2. COSTOS DEL PROTOTIPO UNO EN GIRARDOT

Tabla 24. Costos de las puertas (prototipo uno)

| # | UBICACIÓN | MODELO SELECCIONADO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------------|----------------------------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Principal | Aluminio - Vidrios | 1 | \$1'000.000 | \$1'000.000 |
| 2 | Principal aptos | Puerta de seguridad blanca | 6 | \$953.900 | \$5'723.400 |
| 3 | Puerta garaje | Accionada por motor 1/2 hp | 1 | \$3'450.000 | \$3'450.000 |
| TOTAL | | | | | \$10'173.400 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 25. Costos de las ventanas (prototipo uno)

| # | UBICACIÓN | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-------------|--------------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Recepción | Homecenter | 2 | \$49.900 | \$99.800 |
| 2 | Exterior | Homecenter | 114 | \$175.000 | \$19'950.000 |
| 3 | Parqueadero | Homeventanas | 8 | \$255.000 | \$2'040.000 |
| TOTAL | | | | | \$22'089.800 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 26. Costos de equipo (prototipo uno)

| # | TIPO | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------|-----------|----------|----------------|--------------------|
| 1 | Sanitario | Corona | 7 | \$284.900 | \$1'994.300 |
| 2 | Lavamanos | Corona | 7 | \$65.900 | \$461.300 |
| TOTAL | | | | | \$2'455.600 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 27. Costos de quipos de sistema de recirculación (prototipo uno)

| # | TIPO | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------|------------|----------|----------------|------------------|
| 1 | Motobomba | Homecenter | 1 | \$348.900 | \$348.900 |
| 2 | Filtro | SyR | 1 | \$200.000 | \$200.000 |
| 3 | Flotador | Homecenter | 7 | \$33.000 | \$231.000 |
| TOTAL | | | | | \$779.900 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 28. Costos de los paneles (prototipo uno)

| MARCA | PROVEEDOR | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|-----------------------------------|-----------------|----------|-----------------|-------------|
| Paneles Kyocera 140w 12volt | Alta Ingeniería | 6 | 840.000 | 5.040.000 |
| TOTAL | | | | 5.040.000 |

Fuente: Tabla. Disponible en:

http://www.altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=15 02 de Marzo 2015

Tabla 29. Costos de construcción (prototipo uno)

| | |
|--|---------------|
| COSTOS DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA | \$769'336.654 |
|--|---------------|

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 30. Costos definitivos (prototipo uno)

| | |
|------------------------------------|---|
| COSTO JARDINES VERTICALES | \$19'331.182 |
| COSTO DEL LOTE | 120m ² x \$294.651 = \$35'358.120 |
| COSTO TOTAL | \$864'564.656 |
| COSTO POR APARTAMENTO | \$144'094.109 |
| PORCENTAJE DE GANANCIA | 35% |
| COSTO FINAL POR APARTAMENTO | \$194'527.047 |
| GANANCIA TOTAL | \$302'597.629 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

6.3. COSTOS DEL PROTOTIPO DOS EN DUITAMA

Tabla 31. Costos de las puertas (prototipo uno)

| # | UBICACIÓN | MODELO SELECCIONADO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------------|----------------------------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Principal | Aluminio - Vidrios | 1 | \$1'000.000 | \$1'000.000 |
| 2 | Principal aptos | Puerta de seguridad blanca | 6 | \$953.900 | \$5'723.400 |
| 3 | Puerta garaje | Accionada por motor 1/2 hp | 1 | \$3'450.000 | \$3'450.000 |
| TOTAL | | | | | \$10'173.400 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 32. Costos de las ventanas (prototipo uno)

| # | UBICACIÓN | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-------------|--------------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Recepción | Homecenter | 2 | \$49.900 | \$99.800 |
| 2 | Exterior | Homecenter | 114 | \$175.000 | \$19'950.000 |
| 3 | Parqueadero | Homeventanas | 8 | \$255.000 | \$2'040.000 |
| TOTAL | | | | | \$22'089.800 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 33. Costos de equipos sanitarios (prototipo dos)

| # | TIPO | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------|-----------|----------|----------------|--------------------|
| 1 | Sanitario | Corona | 7 | \$284.900 | \$1'994.300 |
| 2 | Lavamanos | Corona | 7 | \$65.900 | \$461.300 |
| TOTAL | | | | | \$2'455.600 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 34. Costos de equipos de sistema de recirculación de agua (prototipo dos)

| # | TIPO | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------|------------|----------|----------------|------------------|
| 1 | Motobomba | Homecenter | 1 | \$348.900 | \$348.900 |
| 2 | Filtro | SyR | 1 | \$200.000 | \$200.000 |
| 3 | Flotador | Homecenter | 7 | \$33.000 | \$231.000 |
| TOTAL | | | | | \$779.900 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 35. Costos de los paneles solares (prototipo dos)

| MARCA | PROVEEDOR | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Paneles Kyocera 140w 12volt | Alta Ingeniería | 6 | 840.000 | 5.040.000 |
| TOTAL | | | | 5.040.000 |

Fuente: Tabla. Disponible en:

http://www.altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=15 02 de Marzo 2015

Tabla 36. Costos de construcción (prototipo dos)

| | |
|--|---------------|
| COSTOS DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA | \$802'094.494 |
|--|---------------|

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 37. Costos definitivos (prototipo dos)

| | |
|------------------------------------|--|
| COSTO JARDINES VERTICALES | \$19'331.182 |
| COSTO DEL LOTE | 96m ² x \$277.372 = \$26'627.712 |
| COSTO TOTAL | \$888'592.088 |
| COSTO POR APARTAMENTO | \$148'098.681 |
| PORCENTAJE DE GANANCIA | 35% |
| COSTO FINAL POR APARTAMENTO | \$199'933.219 |
| GANANCIA TOTAL | \$311'007.230 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

6.4. COSTOS DEL PROTOTIPO TRES EN DUITAMA

Tabla 38. Costos de las puertas (prototipo tres)

| # | UBICACIÓN | MODELO SELECCIONADO | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------------|----------------------------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Principal | Aluminio - Vidrios | 1 | \$1'000.000 | \$1'000.000 |
| 2 | Principal aptos | Puerta de seguridad blanca | 6 | \$953.900 | \$5'723.400 |
| 3 | Puerta garaje | Accionada por motor 1/2 hp | 1 | \$3'450.000 | \$3'450.000 |
| TOTAL | | | | | \$10'173.400 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 39. Costos de las ventanas (prototipo tres)

| # | UBICACIÓN | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-------------|--------------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Recepción | Homecenter | 2 | \$49.900 | \$99.800 |
| 2 | Exterior | Homecenter | 114 | \$175.000 | \$19'950.000 |
| 3 | Parqueadero | Homeventanas | 8 | \$255.000 | \$2'040.000 |
| TOTAL | | | | | \$22'089.800 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 40. Costos de equipos sanitarios (Prototipo tres)

| # | TIPO | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------|-----------|----------|----------------|--------------------|
| 1 | Sanitario | Corona | 7 | \$284.900 | \$1'994.300 |
| 2 | Lavamanos | Corona | 7 | \$65.900 | \$461.300 |
| TOTAL | | | | | \$2'455.600 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 41. Costos de equipos de sistema de recirculación del agua (prototipo tres)

| # | TIPO | PROVEEDOR | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--------------|-----------|------------|----------|----------------|------------------|
| 1 | Motobomba | Homecenter | 1 | \$348.900 | \$348.900 |
| 2 | Filtro | SyR | 1 | \$200.000 | \$200.000 |
| 3 | Flotador | Homecenter | 7 | \$33.000 | \$231.000 |
| TOTAL | | | | | \$779.900 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 42. Costos de los paneles solares (prototipo tres)

| MARCA | PROVEEDOR | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR TOTAL |
|-----------------------------|-----------------|----------|-----------------|--------------------|
| Paneles Kyocera 140w 12volt | Alta Ingeniería | 6 | \$840.000 | \$5.040.000 |
| TOTAL | | | | \$5.040.000 |

Fuente: Tabla. Disponible en:

http://www.altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=15 02 de Marzo 2015

Tabla 43. Costos de construcción (prototipo tres)

| | |
|--|---------------|
| COSTOS DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA | \$886'465.054 |
|--|---------------|

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 44. Costos definitivos (Prototipo tres)

| | |
|------------------------------------|---|
| COSTO JARDINES VERTICALES | \$19'331.182 |
| COSTO DEL LOTE | 120m ² x \$277.372 = \$33'284.640 |
| COSTO TOTAL | \$979'619.576 |
| COSTO POR APARTAMENTO | \$163'269.929 |
| PORCENTAJE DE GANANCIA | 35% |
| COSTO FINAL POR APARTAMENTO | \$220'414.404 |
| GANANCIA TOTAL | \$342'866.851 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

6.5. COTIZACIÓN APARTAMENTOS

Tabla 45. Cotización Apartamentos en Girardot

| # | ÁREA (m ²) | VALOR (\$) | UBICACIÓN | LINK |
|----|------------------------|----------------|--|---|
| 1 | 67 | \$ 145.000.000 | GIRARDOT – CORALINO | http://www.fincaraiz.com.co/proyecto-nuevo/girardot/coralino-apartamentos-det-1234766.aspx |
| 2 | 68 | \$ 163.000.000 | GIRARDOT – TERRAZZO | http://www.fincaraiz.com.co/proyecto-nuevo/girardot/terrazzo-apartamentos-det-1256737.aspx |
| 3 | 81 | \$ 176.000.000 | GIRARDOT – EVA | http://www.fincaraiz.com.co/proyecto-nuevo/girardot/conjunto-residencial-eva-punta-arena-det-1123822.aspx |
| 4 | 76 | \$ 88.000.000 | GIRARDOT – PORTACHUELO | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/portachuelo-det-1290054.aspx |
| 5 | 88 | \$ 110.000.000 | GIRARDOT | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/centro_girardot-det-1263948.aspx |
| 6 | 75 | \$ 130.000.000 | GIRARDOT | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/aparta_girardot-det-1071407.aspx |
| 7 | 80 | \$ 130.000.000 | GIRARDOT – LA MAGDALENA | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/barrio_magdalena-det-973719.aspx |
| 8 | 62 | \$ 176.000.000 | GIRARDOT – LA MAGDALENA | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/la-magdalena-det-1175224.aspx |
| 9 | 35 | \$ 60.000.000 | GIRARDOT – ALTOS DE ROSARIO | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/altos-de-rosario-det-1134604.aspx |
| 10 | 63 | \$ 138.000.000 | GIRARDOT – BARRIO BLANCO | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-en-venta/girardot/barrio_blanco-det-1031404.aspx |
| | 70 | \$ 131.600.000 | PROMEDIO m² \$ 1.893.525 | |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 46. Cotización Apartamentos en Duitama

| # | ÁREA (m ²) | VALOR (\$) | UBICACIÓN | LINK |
|----|------------------------|----------------|--|---|
| 1 | 78 | \$ 215.000.000 | DUITAMA | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/duitama-det-1261379.aspx |
| 2 | 88 | \$ 85.000.000 | DUITAMA – LOS CRISTALES | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/los_cristales-det-1242515.aspx |
| 3 | 76 | \$ 100.000.000 | DUITAMA – SAN VICENTE | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/barrio_san_vicente-det-1241713.aspx |
| 4 | 64 | \$ 67.000.000 | DUITAMA | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/residencial_boyaca-det-1237554.aspx |
| 5 | 56 | \$ 75.000.000 | DUITAMA – ROBLEDALES | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/robledales-det-1223015.aspx |
| 6 | 60 | \$ 80.000.000 | DUITAMA – EL BOSQUE | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/el-bosque-det-1222684.aspx |
| 7 | 65 | \$ 65.000.000 | DUITAMA – TORRES DE SANTA ISABEL | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/torres-de-santa-isabel-det-1220031.aspx |
| 8 | 53 | \$ 75.000.000 | DUITAMA – TORRES DEL KARGUA | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/torres-del-kargua-det-1193982.aspx |
| 9 | 45 | \$ 75.000.000 | DUITAMA – LOS CRISTALES | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/los-cristales-det-1156326.aspx |
| 10 | 63 | \$ 70.000.000 | DUITAMA – VILLAS DEL MUNDIAL | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/villas_del_mundial-det-1114444.aspx |
| 11 | 53 | \$ 100.000.000 | DUITAMA – BOCHICA | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/bochica-det-1220509.aspx |
| 12 | 56 | \$ 85.000.000 | DUITAMA – ROBLEDALES | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/robledales-det-1097786.aspx |
| 13 | 64 | \$ 80.000.000 | DUITAMA – MIRADOR DEL BOSQUE | http://www.fincaraiz.com.co/apartamento-venta/duitama/conjunto-residencial-mirador-del-bosque-det-1057320.aspx |
| | 63 | \$ 90.153.846 | PROMEDIO m² \$ 1.427.527 | |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

7. ESTUDIO AERODINÁMICO

Para el desarrollo del estudio aerodinámico se va a tomar como referencia las variables mencionadas a continuación y su comportamiento en la ubicación del diseño:

Tabla 47. Variables de las ciudades

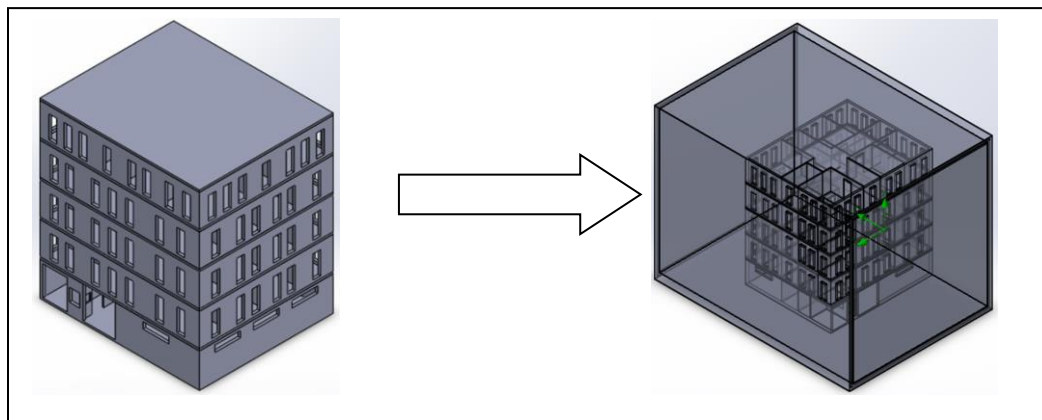
| ÍTEM | DUITAMA | GIRARDOT |
|-----------------------------|-----------|-----------|
| Temperatura | 291°K | 303°K |
| Presión atmosférica | 102950 Pa | 101650 Pa |
| Humedad | 45 % | 78,6 % |
| Velocidad promedio del aire | 1,39m/s | 0,83 m/s |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

7.1. SIMULACIÓN TÚNEL DE VIENTO

Alrededor de la estructura del edificio, se crea un cubo que cubra totalmente el sólido con el fin de simular el túnel de viento. El espesor del túnel o el tamaño es irrelevante, lo único importante es que el túnel recubra la totalidad del sólido tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 31. Edificio dentro del túnel del viento

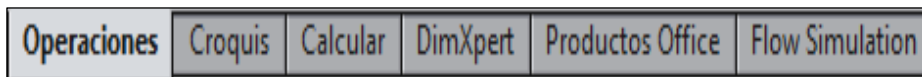


Fuente: Imagen. Elaboración propia

7.2. ANÁLISIS EN SOLID WORKS – FLOW SIMULATION

- Para continuar con la simulación es necesario activar la herramienta de Solid Works “FlowSimulation” y acceder a la misma por medio de la pestaña como la que se muestra en la siguiente figura:

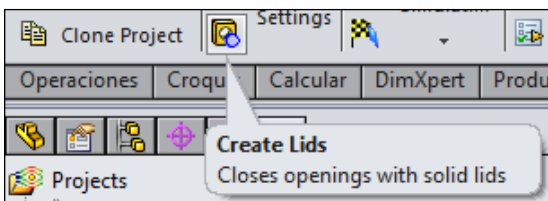
Figura 32. Barra de herramientas de Solidworks



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Se debe ingresar las variables que determinan el flujo al interior del túnel de viento, para ingresar el ingreso y salida del flujo se debe dar clic en “CreateLids”, posteriormente seleccione las caras de ingreso y salida del flujo.

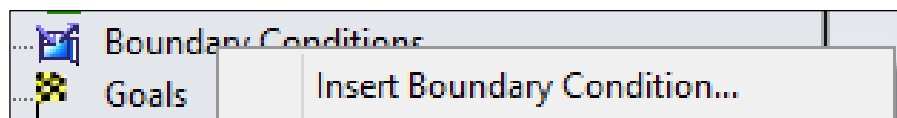
Figura 33. Barra de selección de las caras



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Seleccione “Boundary Conditions” y luego “Insert Boundary Condition” como se muestra en la figura a continuación.

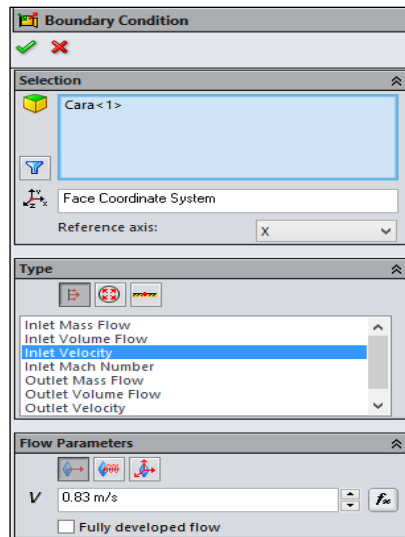
Figura 34. Barra de insertar las caras



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Seleccione la cara de ingreso, de acuerdo a la tabla mencionada arriba se ingresa la velocidad del aire en Girardot así:

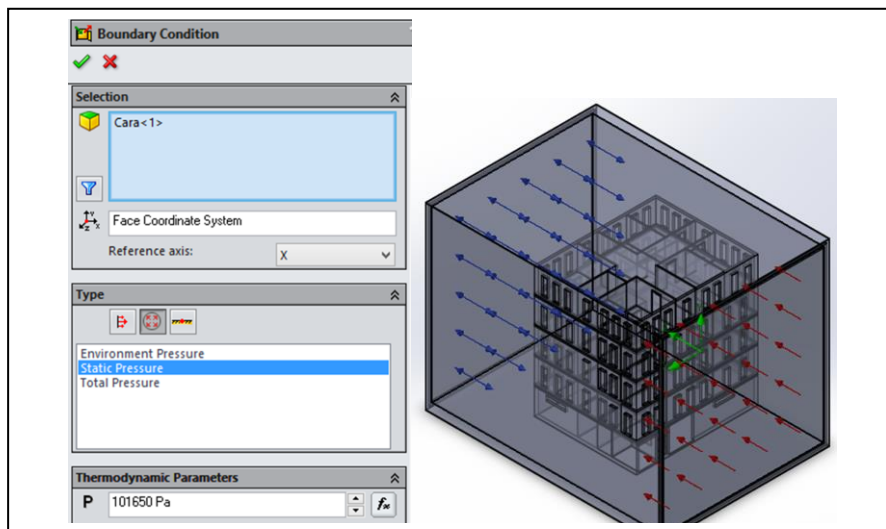
Figura 35. Ingreso de la velocidad del aire



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Nuevamente en Boundary Condition, seleccione la cara de salida para ingresar la presión y temperatura medias en Girardot y de esa manera quedará definido el flujo del aire a través del sólido:

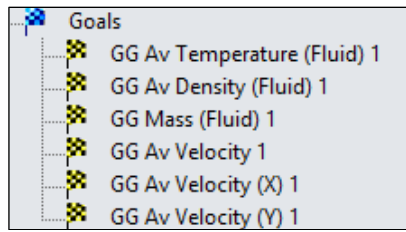
Figura 36. Ingreso de la presión y temperatura de Girardot



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Se debe establecer las condiciones que se quiere conocer al interior del túnel, por lo tanto se debe ingresar a Goals y seleccionar las que se desea, las primordiales para este estudio son las que se muestran a continuación.

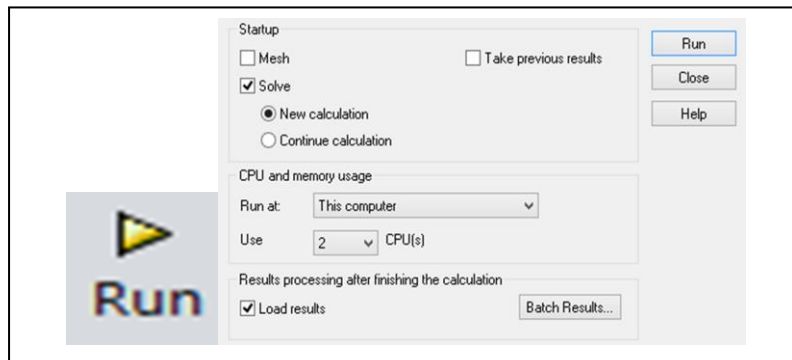
Figura 37. Ingreso de la velocidad del aire



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Para ejecutar el análisis se selecciona “Run” y se configura el análisis de la siguiente manera:

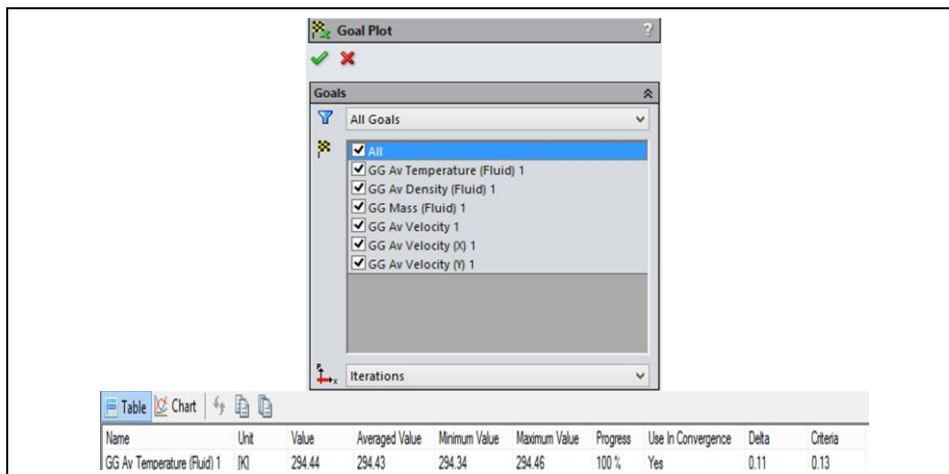
Figura 38. Configuración del análisis



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Una vez ejecutado el análisis en Goal Plot se selecciona todas las variables para que muestre los resultados:

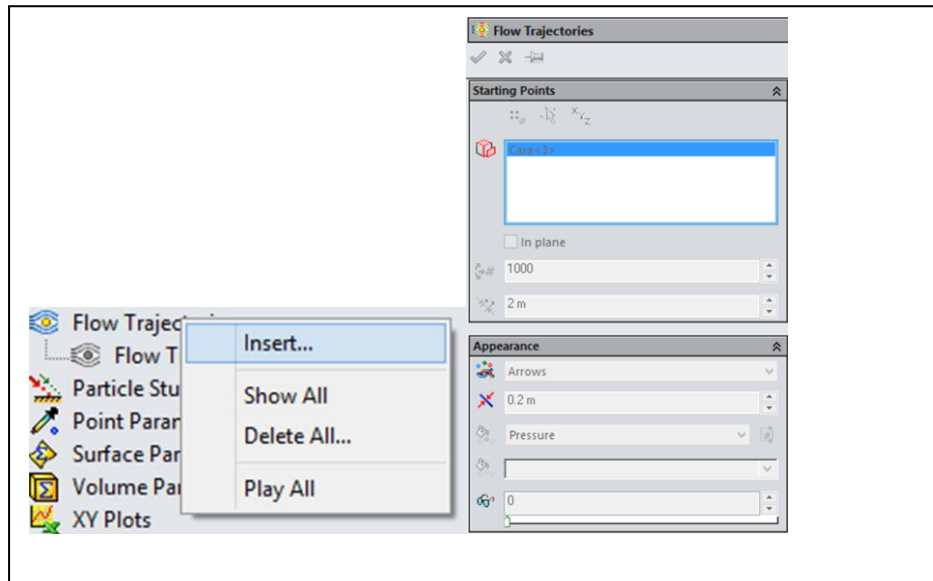
Figura 39. Resultados de las variables



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Posteriormente para que se muestre las trayectorias en Flow Trajectories se configura como se menciona a continuación:

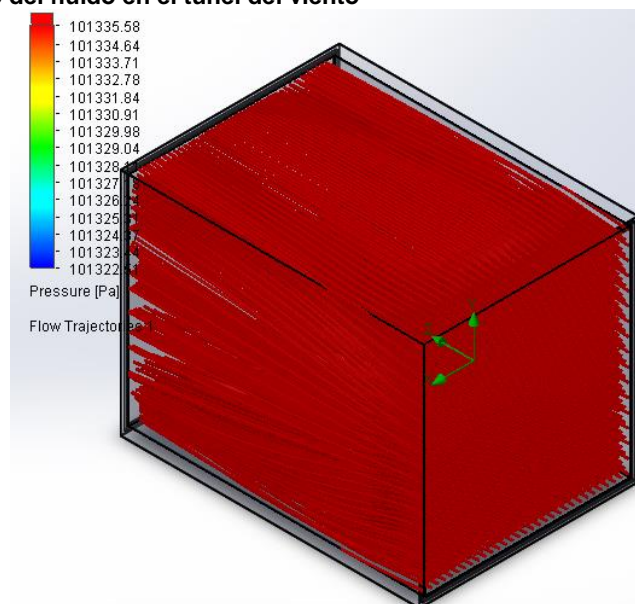
Figura 40. Incorporación para las trayectorias FlowTrajectories



Fuente: Imagen. Elaboración propia

- Finalmente obtenemos el comportamiento del fluido en el interior del túnel:

Figura 41. Comportamiento del fluido en el túnel del viento

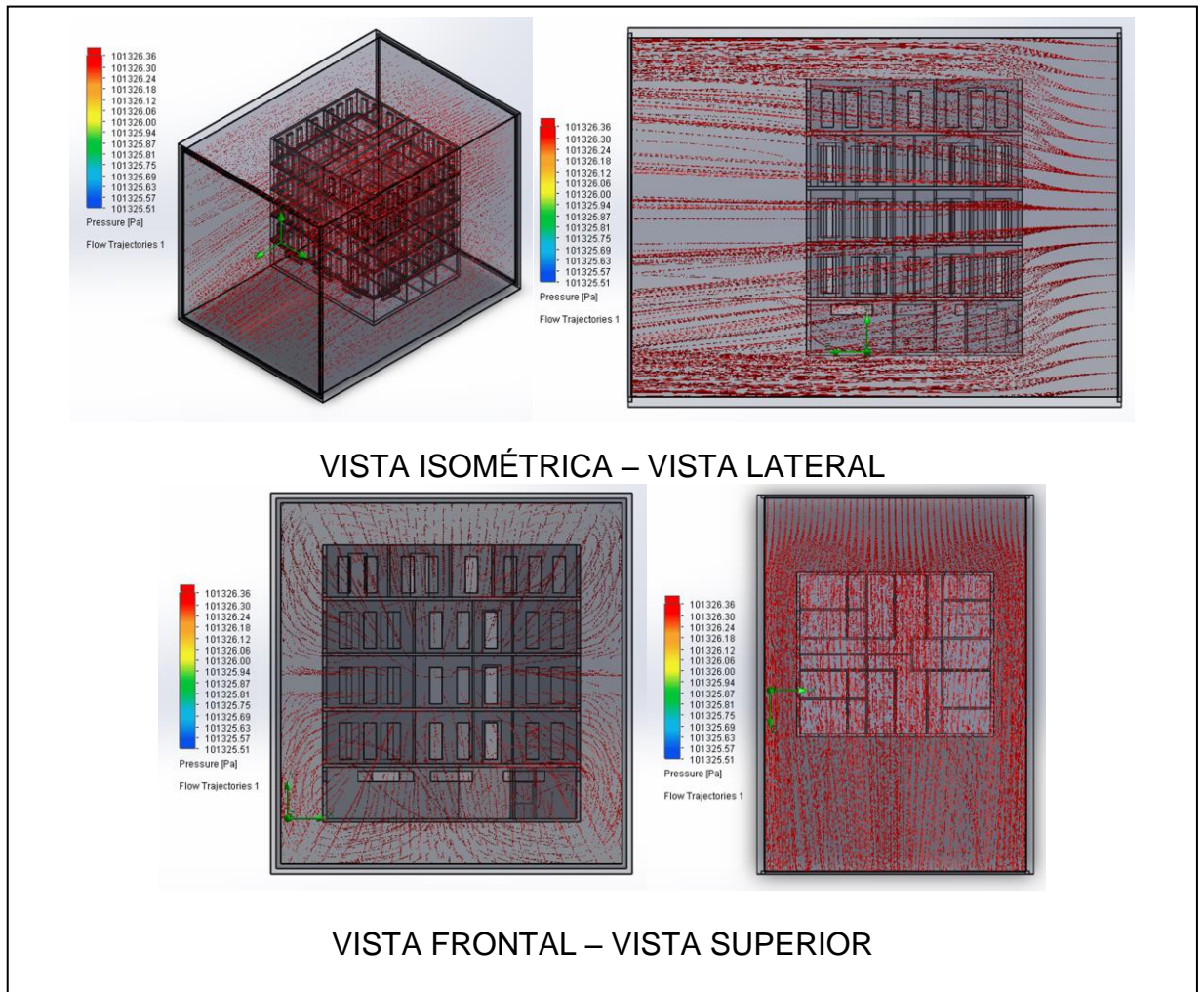


Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

8. ANALISIS

8.1. PROTOTIPO UNO

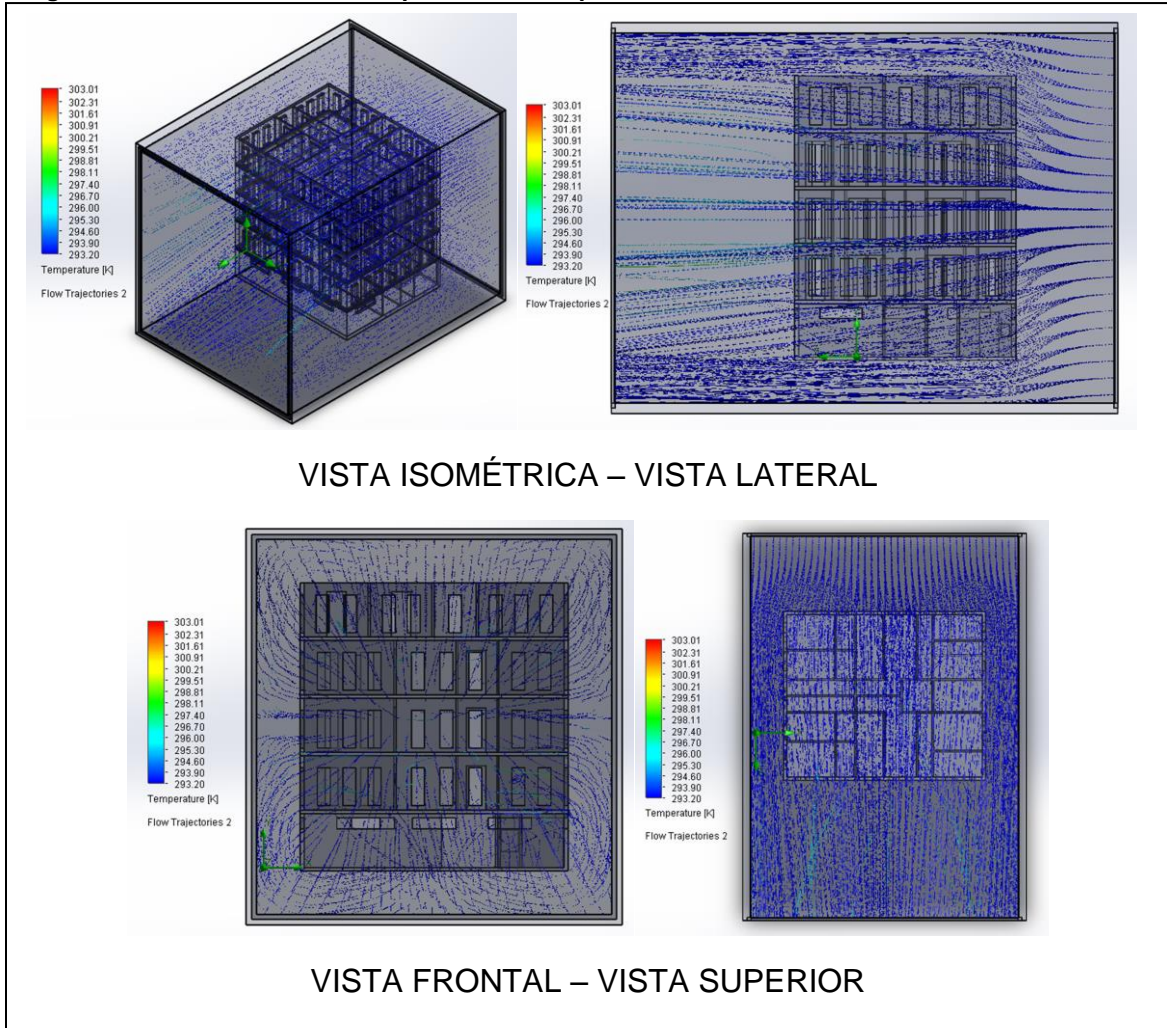
Figura 42. Distribución de presiones en el apartamento uno



Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

La presión es una variable que no se ve afectada en este tipo de simulaciones debido a que la estructura siempre va a tener unas elevaciones constantes en cada uno de sus puntos, sin embargo se puede ver alguna variación despreciable de presión.

Figura 43. Distribución de la temperatura en el apartamento uno



Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

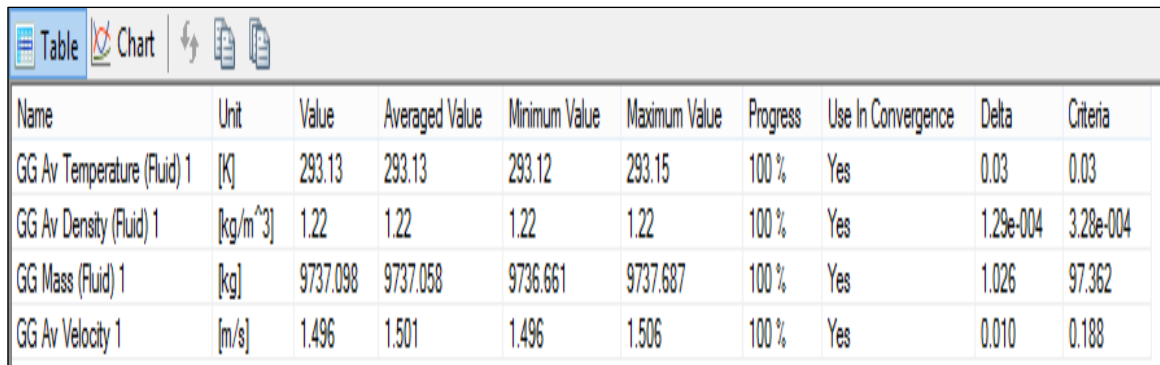
La temperatura es una de las variables primordiales considerando que este diseño está siendo analizado bajo las condiciones de la ciudad de Girardot, en donde la temperatura media es bastante elevada. Como se puede observar en la simulación, la temperatura varía al atravesar la estructura, mientras que en el interior de la misma se mantiene prácticamente constante a una temperatura agradable a la percepción humana.

Considerando estas condiciones en un comportamiento real al estar las ventanas cerradas, igualmente considerando que las puertas no van a estar abiertas la temperatura va a tender a subir en las regiones en las que el flujo se encuentre

atascado, pero para casos ideales la estructura es completamente amigable con la temperatura.

El comportamiento del fluido en el interior de la estructura está descrito por la tabla de resultados que arroja el programa, en él podemos ver que la temperatura es óptima para el ambiente humano, la densidad se considera como constante igualmente que el flujo de masa durante el recorrido del fluido por la estructura.

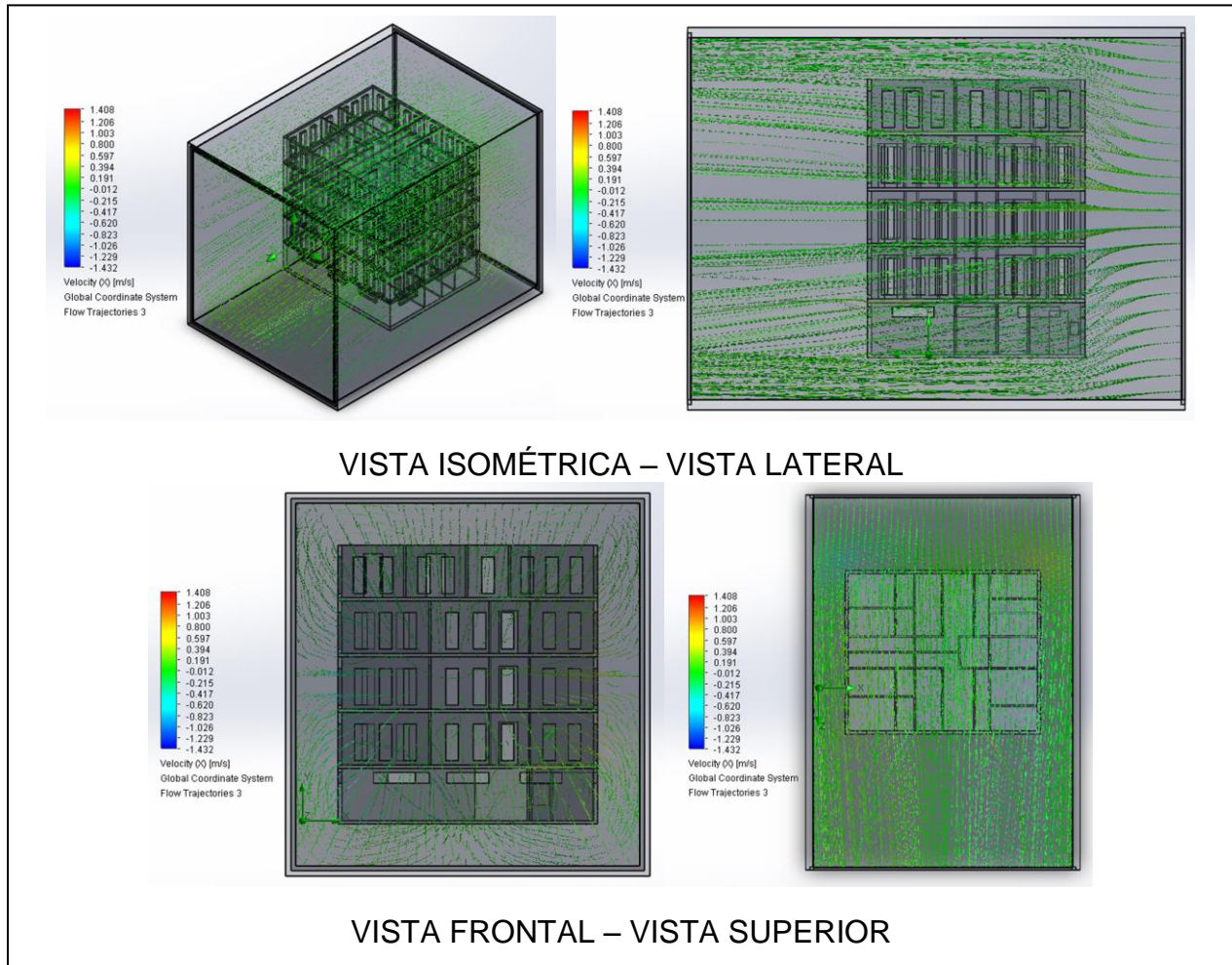
Tabla 48. Resultados de la temperatura prototipo uno



| Name | Unit | Value | Averaged Value | Minimum Value | Maximum Value | Progress | Use In Convergence | Delta | Criteria |
|-----------------------------|----------------------|----------|----------------|---------------|---------------|----------|--------------------|-----------|-----------|
| GG Av Temperature (Fluid) 1 | [K] | 293.13 | 293.13 | 293.12 | 293.15 | 100 % | Yes | 0.03 | 0.03 |
| GG Av Density (Fluid) 1 | [kg/m ³] | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 100 % | Yes | 1.29e-004 | 3.28e-004 |
| GG Mass (Fluid) 1 | [kg] | 9737.098 | 9737.058 | 9736.661 | 9737.687 | 100 % | Yes | 1.026 | 97.362 |
| GG Av Velocity 1 | [m/s] | 1.496 | 1.501 | 1.496 | 1.506 | 100 % | Yes | 0.010 | 0.188 |

Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

Figura 44. Distribución de la velocidad en el apartamento uno



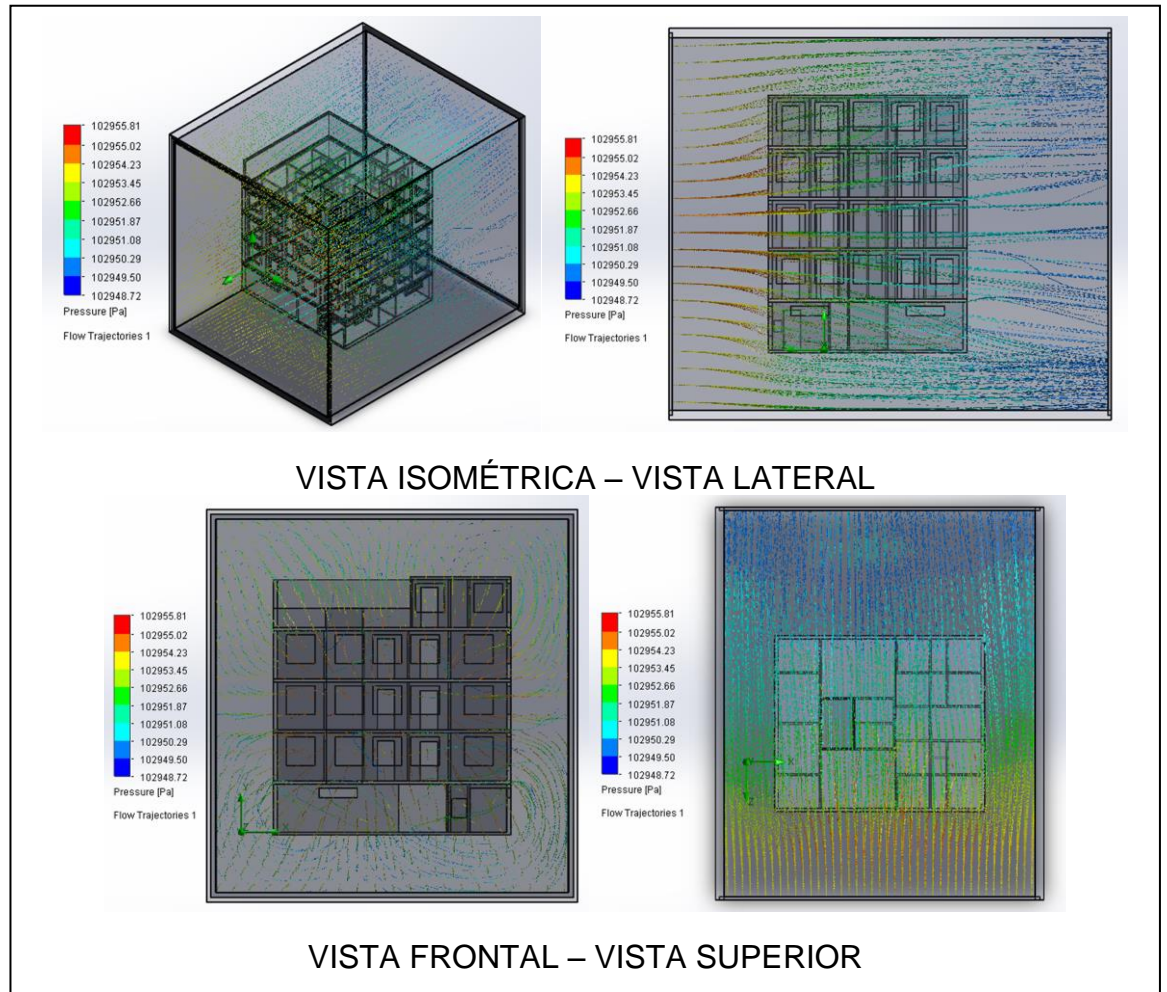
Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

La trayectoria del aire a través de la estructura no se afecta considerablemente gracias a la gran suma de ventanas con las que cuenta el edificio, obviamente considerando que tanto ventanas como puertas están completamente abiertas.

En cuanto a la velocidad es un factor que no varía considerablemente debido a que el flujo puede atravesar completamente la estructura, sin embargo si se considera que tanto puertas como ventanas van a estar cerradas, la velocidad del aire en el interior de la estructura va a tender a ser nula. Como se puede notar en la simulación la estructura permite un flujo excelente bajo condiciones ideales.

8.2. PROTOTIPO DOS

Figura 45. Distribución de presiones en el apartamento dos

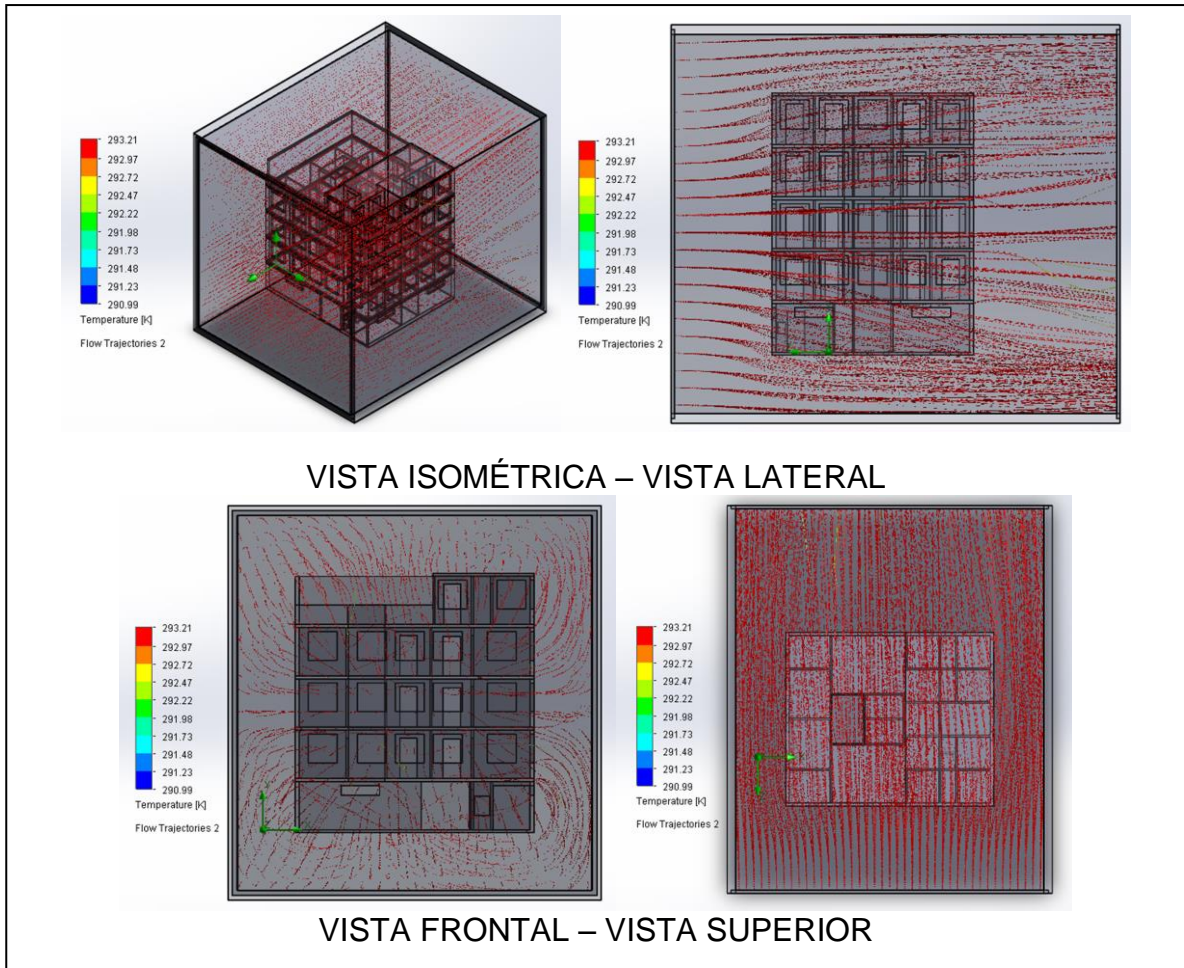


Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

La presión incrementa al contacto con la estructura debido a que el flujo se ve interrumpido, además que las ventanas en este diseño tienen un área menor, por tal razón el flujo tiene más complicaciones para poder continuar su trayectoria.

Al atravesar la estructura se va normalizando la presión hasta que al haber cruzado totalmente ésta ya se encuentra en su rango normal. La razón por la que las ventanas son de menor longitud y más anchas se debe a que como es un clima templado permite absorber mejor la intensidad del sol hacia el interior de la estructura, ese factor afecta notablemente la presión.

Figura 46. Distribuciones de temperaturas en el apartamento dos



Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

En cuanto a la temperatura, el comportamiento es normal ya que se mantiene la magnitud a lo largo del recorrido del aire por la estructura, se puede notar que tiende a disminuir en la parte inferior sin embargo es poco significativo, en general el comportamiento de la temperatura es adecuado, se debe considerar que al cerrar puertas y ventanas la temperatura puede incrementar.

Tabla 49. Resultados de la temperatura prototipo dos

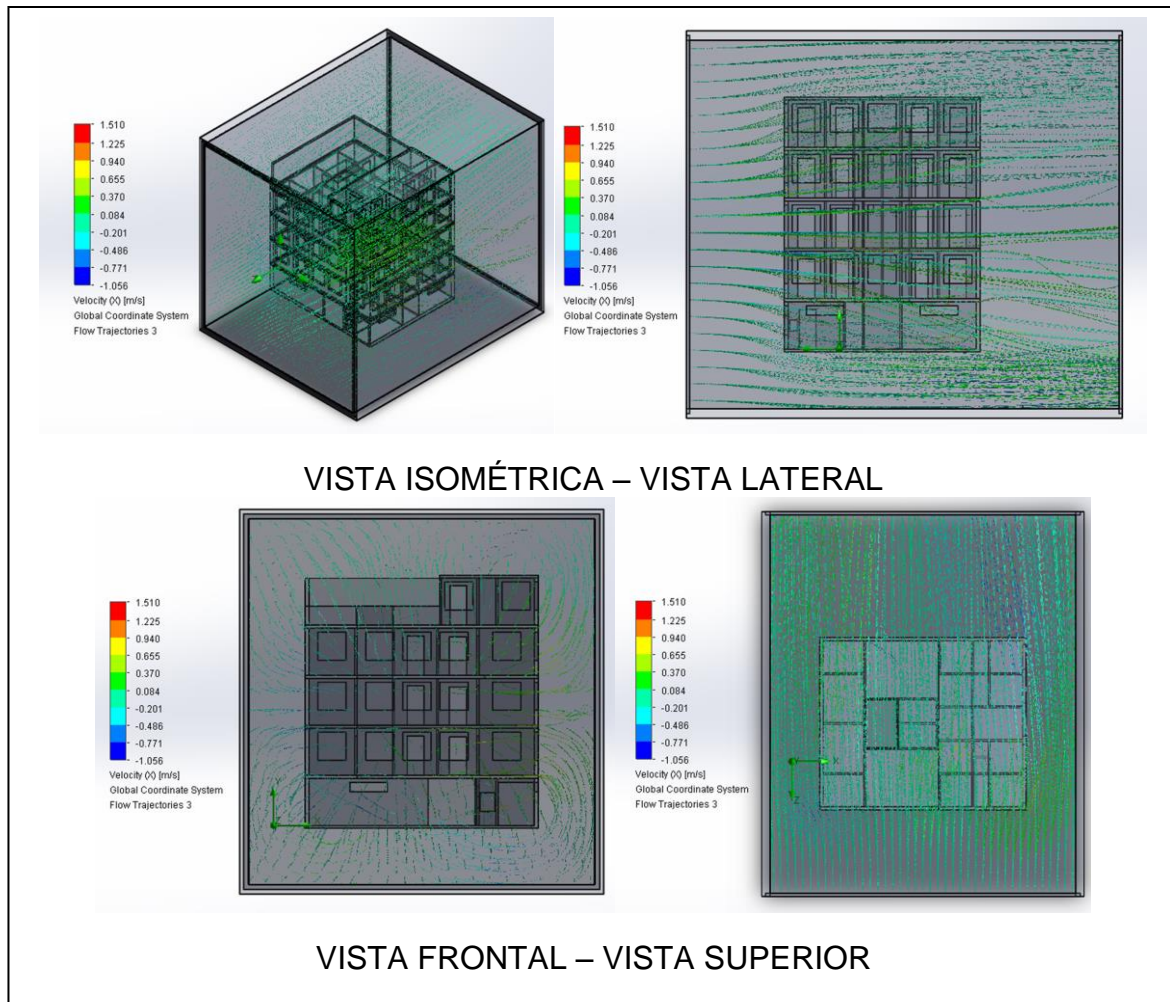
| Name | Unit | Value | Averaged Value | Minimum Value | Maximum Value | Progress | Use In Convergence | Delta | Criteria |
|-----------------------------|----------------------|----------|----------------|---------------|---------------|----------|--------------------|-----------|-----------|
| GG Av Temperature (Fluid) 1 | [K] | 293.13 | 293.12 | 293.10 | 293.13 | 100 % | Yes | 0.03 | 0.03 |
| GG Av Density (Fluid) 1 | [kg/m ³] | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 1.22 | 100 % | Yes | 1.49e-004 | 3.29e-004 |
| GG Mass (Fluid) 1 | [kg] | 9677.409 | 9677.694 | 9677.292 | 9678.469 | 100 % | Yes | 1.177 | 96.764 |
| GG Av Velocity 1 | [m/s] | 1.494 | 1.500 | 1.493 | 1.510 | 100 % | Yes | 0.017 | 0.204 |

Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

En el flujo notamos que la mayoría del flujo rodea la estructura y alrededor de un 25% pasa por la misma, esto es favorable debido a que la temperatura no es alta en Duitama, la distribución del flujo a la salida es equitativo a lo largo de la estructura.

El comportamiento del fluido en cuanto a su densidad, temperatura y flujo de masa se puede considerar constante a lo largo de la trayectoria.

Figura 47. Distribución de velocidad en el apartamento dos

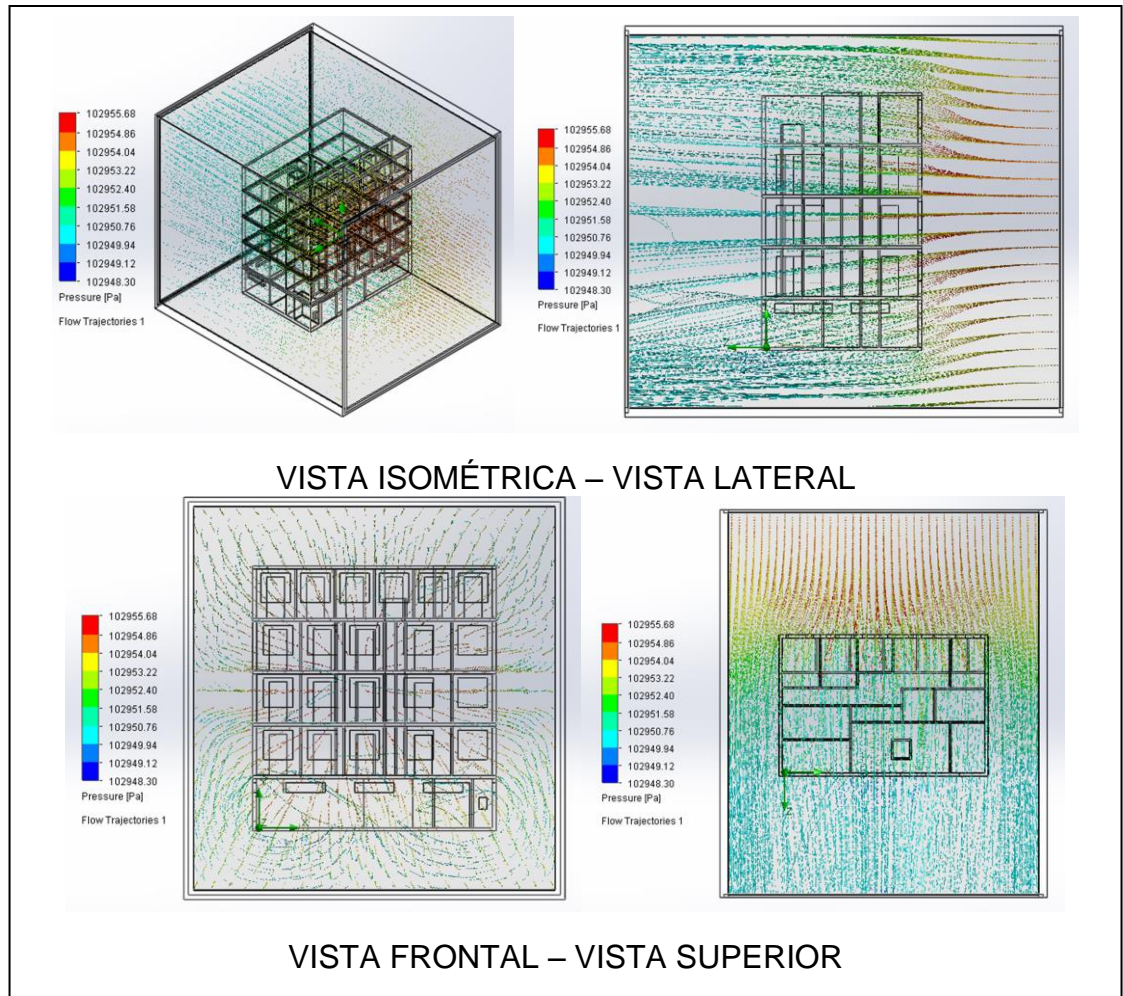


Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

La velocidad incrementa al ingresar a la estructura, al salir disminuye hasta llegar a su valor promedio, sin embargo son valores normales y al estar cerrada la estructura lo que se va a presentar es una velocidad nula a lo largo del edificio.

8.3. PROTOTIPO TRES

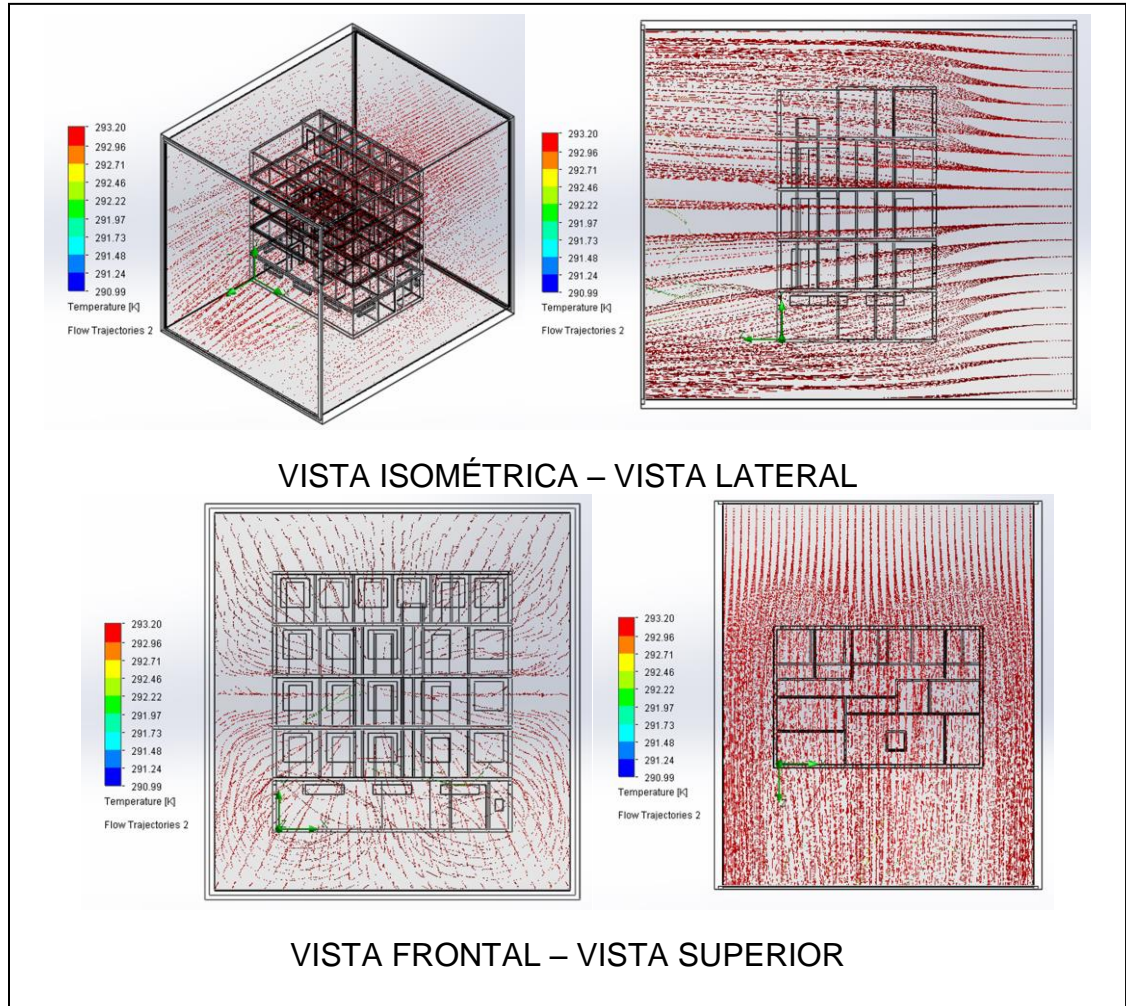
Figura 48. Distribución de presiones en el apartamento tres



Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

La presión tiene un comportamiento muy similar al diseño anterior, ya que éste también está siendo analizado bajo condiciones ambientales en Duitama, al contactar el flujo de aire con la estructura la presión incrementa, pero se va normalizando durante el recorrido hasta que alcanza su magnitud promedio.

Figura 49. Distribución de temperaturas en el apartamento tres

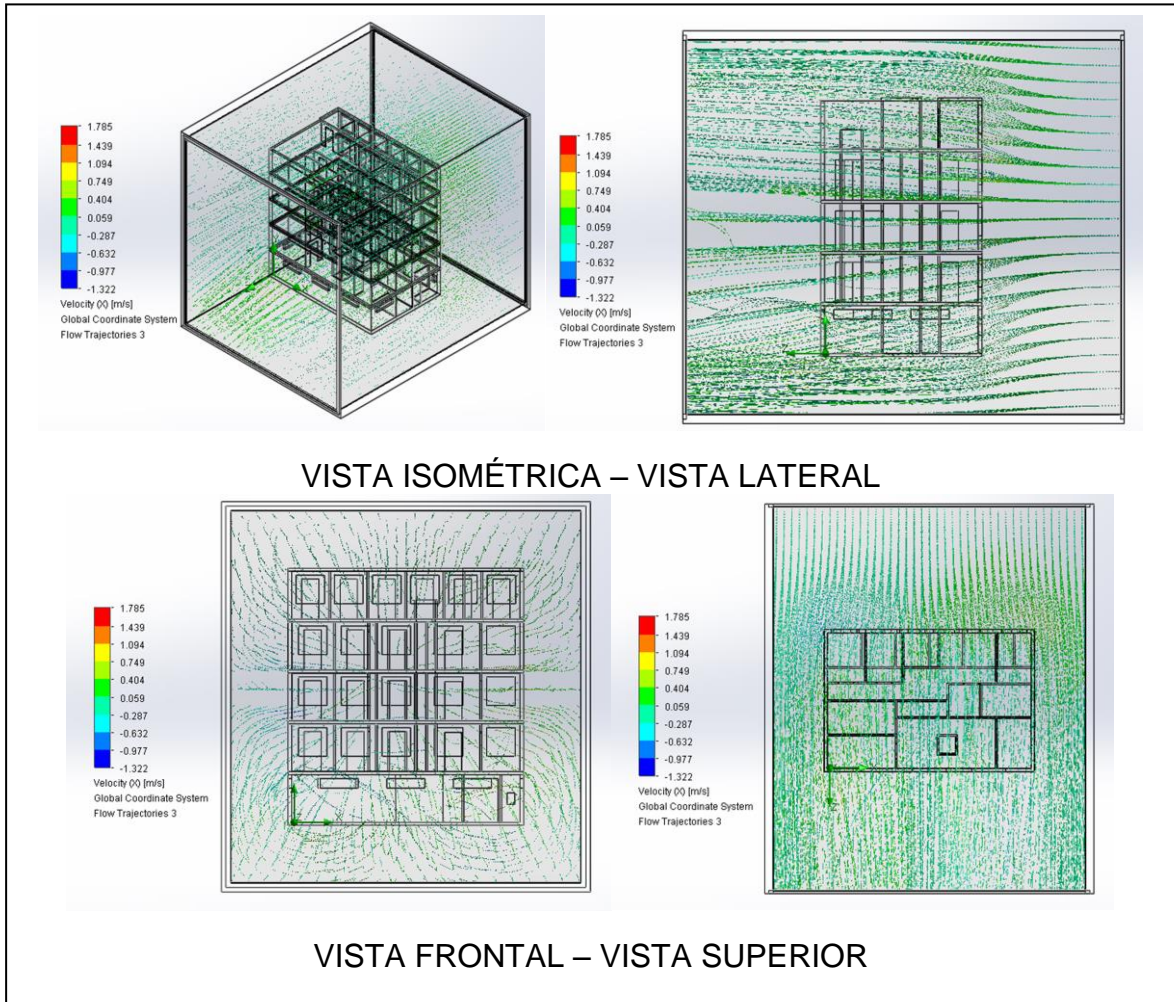


Fuente: Imagen tomada en el software durante su desarrollo, elaboración propia

La temperatura se mantiene constante a lo largo de la trayectoria, se hace las mismas consideraciones que en los diseños anteriores en cuanto a las condiciones debido a las ventanas y puertas abiertas que permiten un flujo continuo.

Los valores de temperatura, densidad y flujo de masa del fluido se consideran constantes en toda la trayectoria.

Figura 50. Distribución de velocidad en el apartamento tres



La velocidad incrementa ligeramente en el costado izquierdo de la estructura, mientras que en el resto de la misma se mantiene en un valor promedio. Consideraciones iguales a las mencionadas anteriormente, el valor puede quedar nulo dependiendo de las entradas de aire a la estructura.

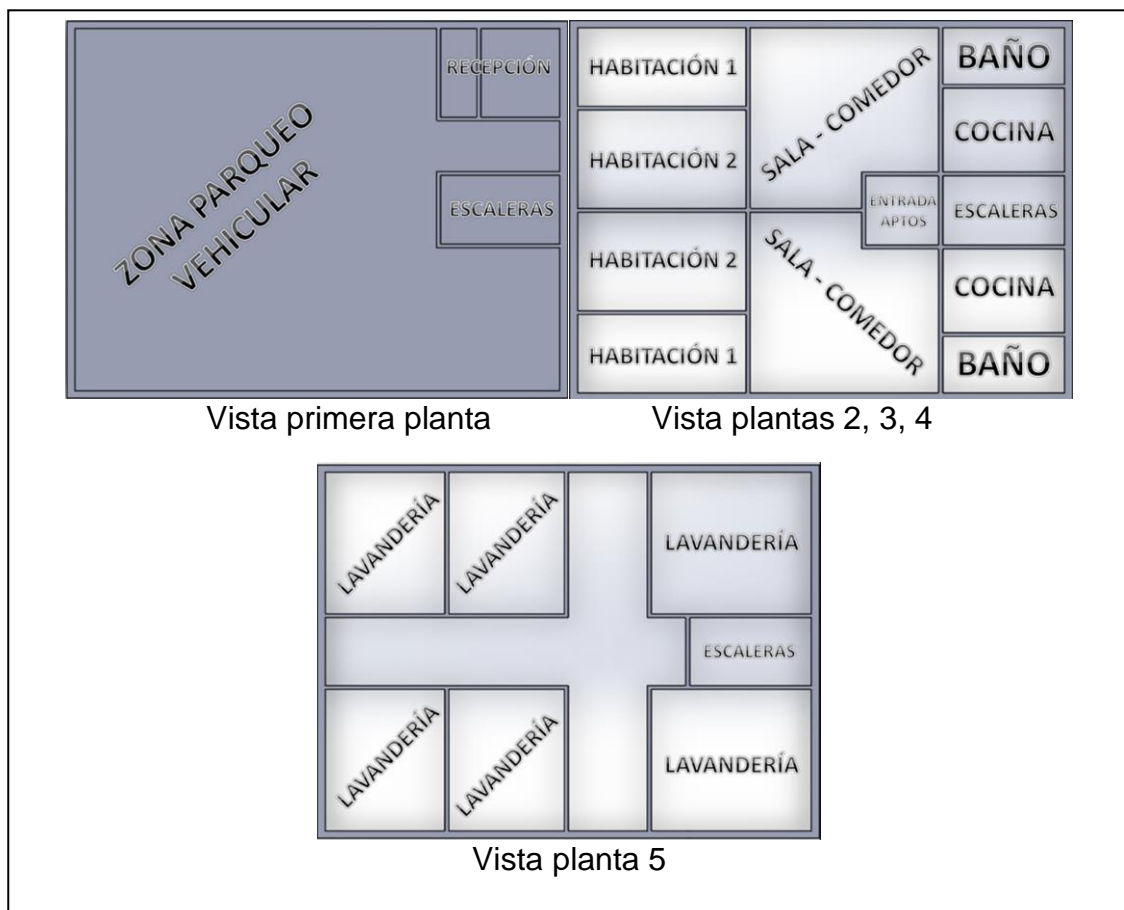
El flujo es muy óptimo debido a que se distribuye a la salida de la estructura, por tal razón las condiciones en todo el edificio van a ser iguales o muy cercanos entre sí.

8.4. DISTRIBUCIÓN DE LOS APARTAMENTOS

La distribución de los apartamentos tienen las siguientes características:

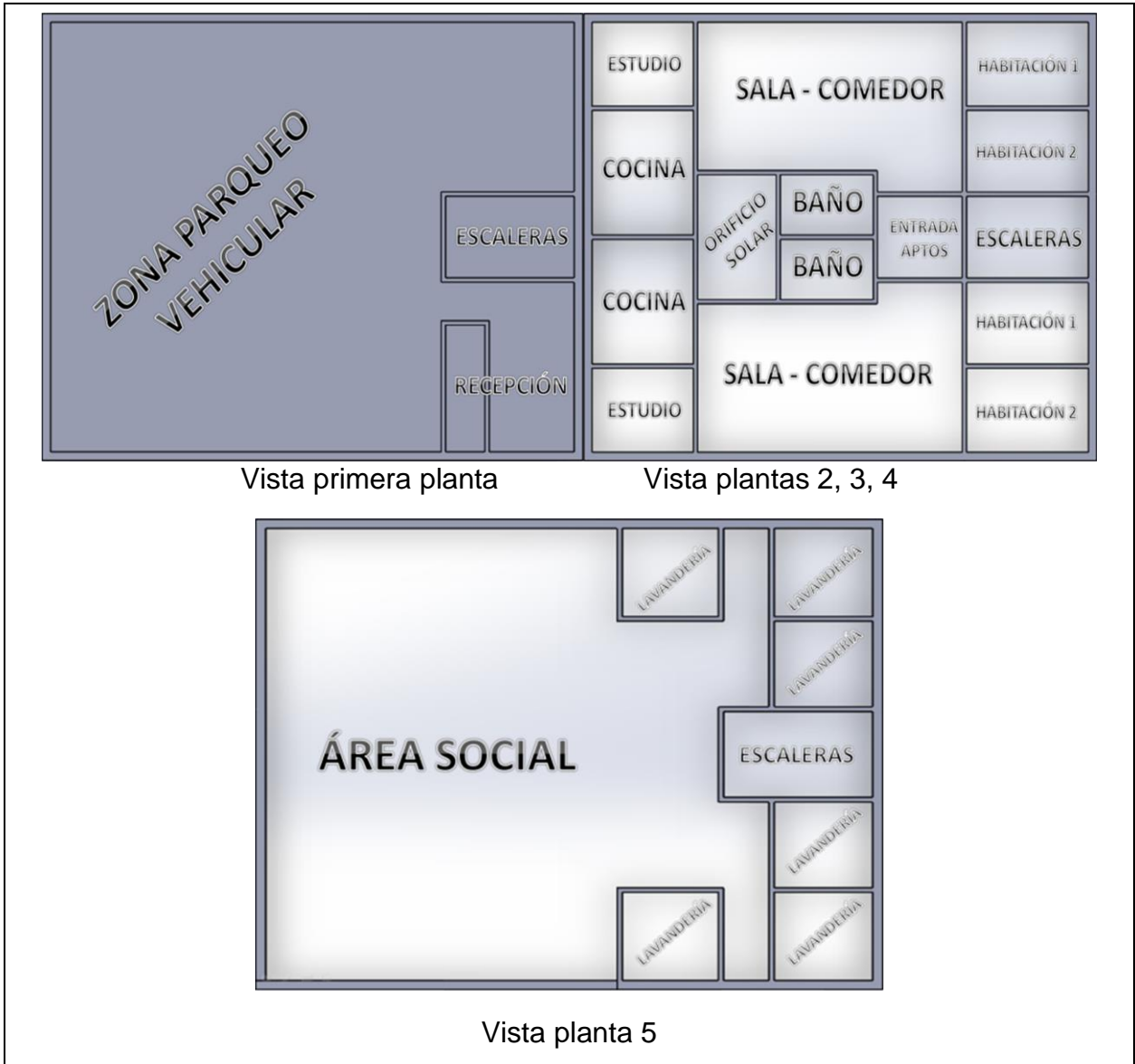
- Espesor pared exterior= 20CM
- Espesor pared interior= 10CM
- Espesor entre pisos= 15CM
- Alto de cada piso= 2,5M

Figura 51. Distribución del apartamento 1 de Girardot



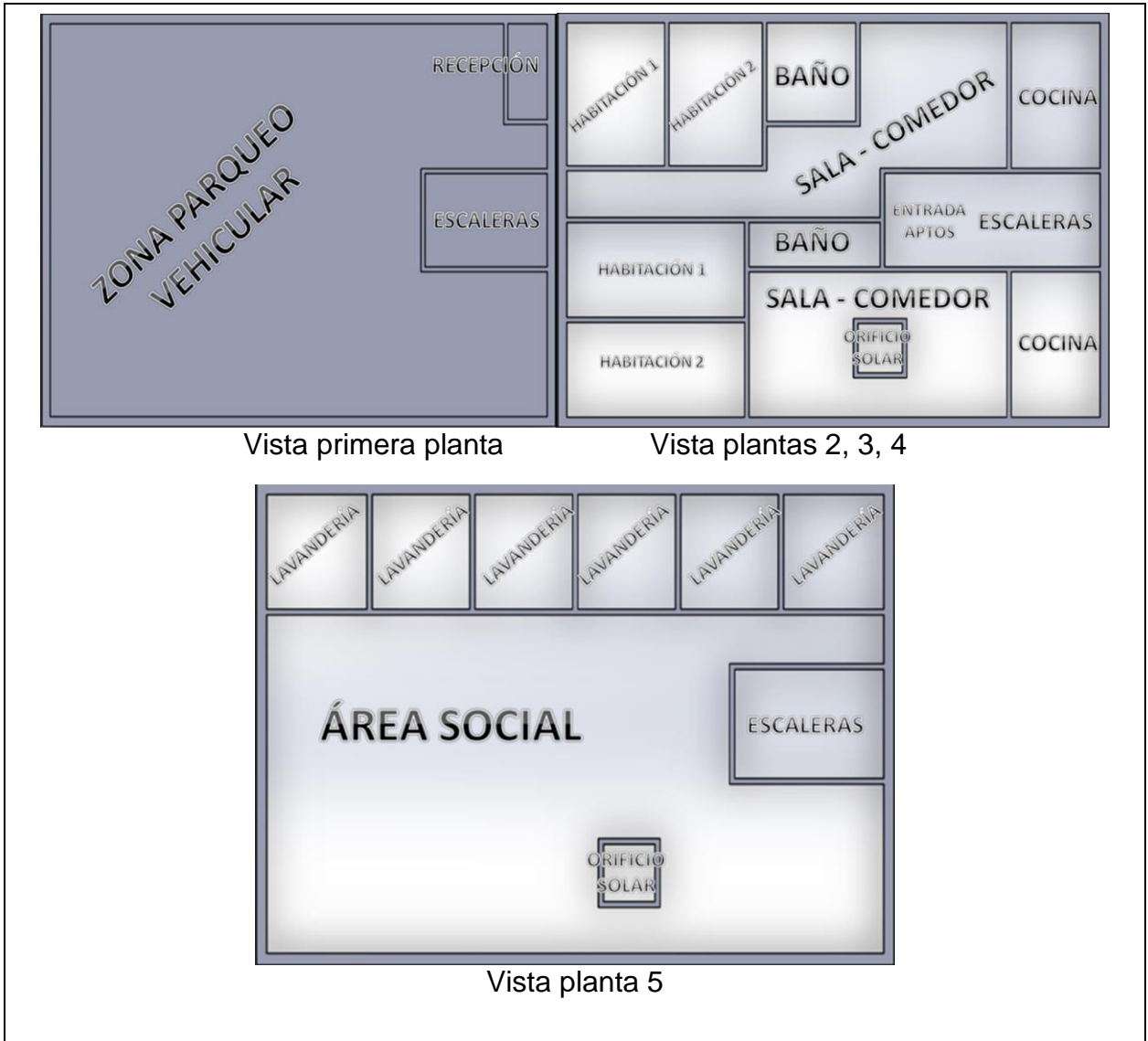
Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Distribución del apartamento 2 de Duitama



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Distribución del apartamento 3 de Duitama



Fuente: Elaboración propia

8.5. ADECUACIÓN DISEÑO

8.5.1. Selección de puertas

8.5.1.1. Puerta principal del edificio

Descripción: Puerta de acceso peatonal a la infraestructura, construida de aluminio combinado con vidrio oscuro, diseño de dos puertas conectadas por la misma cerradura.

Figura 54. Puerta principal del edificio



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 50. Dimensiones de la puerta principal del edificio

| | |
|---------------|------|
| ANCHO | 1,9m |
| ALTURA | 2,3m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 51. Proveedores de a puerta principal del edificio

| | |
|------------------|--|
| Proveedor | Puertas automáticas Astervi S.A.S. |
| Ubicación | Bogotá |
| Dirección | KR 16c No .163-08 |
| Teléfono | 5262872 - 6712940 |
| Contacto | www.puertasautomaticascolombia.com |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 52. Costos de la puerta principal del edificio

| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICAS | COSTO | LINK |
|-----------------------------------|---|-------------|--------------------|
| puertas automáticas Astervi S.A.S | Puerta en aluminio con orificios para adecuación de vidrio con bisagras | \$1'000.000 | cotización Astervi |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.1.2. Puerta del garaje del edificio

Descripción: Puerta para acceso de vehículos controlada mediante control remoto, accionada por un motor eléctrico tipo levadiza, materiales en aluminio de alta resistencia.

Figura 55. Puerta del garaje



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 53. Dimensiones de la puerta del garaje

| | |
|---------------|------|
| ANCHO | 2,5m |
| ALTURA | 2,5m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 54. Proveedores de la puerta principal del edificio

| | |
|------------------|------------------------------------|
| Proveedor | Puertas automáticas Astervi S.A.S. |
| Ubicación | Bogotá |
| Dirección | KR 16c No .163-08 |
| Teléfono | 5262872 - 6712940 |
| Contacto | www.puertasautomaticascolombia.com |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 55. Costos de la puerta del garaje del edificio

| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICAS | COSTO |
|------------------------------------|--|-------------|
| Puertas automáticas Astervi S.A.S. | Construida en tubular 8x4 calibre 16 como marco y entablada, conjunto de resortes y demás requeridos, más motor eléctrico de 1/2 hp con riel de cadena. | \$3'450.000 |
| Puertas automáticas Astervi S.A.S. | Construida en tubular 8x4 calibre 16 como marco y entablada, conjunto de resortes y demás requeridos, más motor eléctrico de 1/2 hp con riel de cadena. | \$4'100.000 |
| Puertas automáticas Astervi S.A.S. | Construida en tubular 8x4 calibre 16 como marco y entablada, conjunto de resortes y demás requeridos, más motor eléctrico de 1/2 hp con riel de cadena con comando tecnológico con conexión a internet (conexión a un Smartphone). | 3'800.000 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.1.3. Puerta principal de los apartamentos

Descripción: Puertas de ingreso individual a los apartamentos, puerta de seguridad en madera con cerradura de seguridad

Figura 56. Puertas de los apartamentos



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 56. Dimensiones de la puerta de los apartamentos del edificio

| | |
|---------------|-------|
| ANCHO | 0,96m |
| ALTURA | 2,05m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 57. Proveedores de la puerta del apartamento del edificio

| | |
|------------------|--|
| Proveedor | Homecenter |
| Ubicación | Bogotá |
| Dirección | KR 68 # 80-77 |
| Teléfono | 3077115 |
| Contacto | www.homecenter.com.co |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 58. Costos de la puerta del garaje del edificio

| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICA | FABRICANTE | COSTO | LINK | COLOR |
|------------|---|------------|-----------------|---|--------|
| Homecenter | Puerta de seguridad 0,96 * 2,05 * 0,07m | NOVARA | \$1.119 .900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/223723/Sp-puerta-seguridad-izquierda-intemp-0.96-x-2,05-x-0,07-metros-novara?color=&passedNavAction=push | Café |
| Homecenter | Puerta de seguridad 0,96 * 2,05 * 0,07m | TEZZIO | \$953.9 00 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/184706/Sp-Puerta-seguridad-derecha-0,96-x-2,05-x-0,07-cm?color=&passedNavAction=push | Blanco |
| Homecenter | Puerta de seguridad 0,96 * 2,05 * 0,07m | TEZZIO | \$779.9 00 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/223720/Puerta-seguridad-derecha-0.96-x-2,05-x-0,07-metros-salerno?color=&passedNavAction=push | Café |
| Homecenter | Puerta de seguridad 0,96 * 2,05 * 0,09m | TEZZIO | \$969.9 00 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/157570/Puerta-seguridad-derecha-0,96-x-2,05-x-0,09-metros-siena?color=&passedNavAction=push | Wengue |
| Homecenter | Puerta de seguridad 0,96 * 2,05 * 0,09m | TEZZIO | \$699.9 00 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/237099/Puerta-de-seguridad-0.90-x-2.05-x-0.07-m-derecha?color=&passedNavAction=push | Café |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.1.4. Puertas interiores de los apartamentos

Descripción: Puertas de baja seguridad, utilización al interior del apartamento y en las zonas comunes.

Figura 57. Puertas interiores de los apartamentos



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 59. Dimensiones de las puertas de los interiores del apartamento del edificio

| | |
|---------------|-------|
| ANCHO | 0,90m |
| ALTURA | 2,10m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 60. Proveedores de la puerta de los interiores de los apartamentos del edificio

| | |
|------------------|--|
| Proveedor | Homecenter |
| Ubicación | Bogotá |
| Dirección | KR 68 # 80-77 |
| Teléfono | 3077115 |
| Contacto | www.homecenter.com.co |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 61. Costos de la puerta de los interiores de los apartamentos del edificio

| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICA | FABRICANTE | COSTO | LINK | COLOR |
|------------|--|------------|-----------|---|--------------|
| Homecenter | Puerta 0,90 x 2,10 metros blanca 6 paneles derecha calibre 22. | D & D | \$289.900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/138387/Puerta-0,90-x-2,10-metros-blanca-6-paneles-derecha-cal-22?color=&passedNavAction=push | Blanco |
| Homecenter | Puerta pino maciza 0,81 x 2,03 metros 6 paneles. | PROMASA | \$234.900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/12709/Puerta-pino-maciza-0,81-x-2,03-metros-6-paneles?color=&passedNavAction=push | Madera claro |
| Homecenter | Puerta pino 9 vidrios 0,81 x 2,03 metros. | PROMASA | \$229.900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/122753/Puerta-pino-9-vidrios-0,81-x-2,03-metros?color=&passedNavAction=push | Madera claro |
| Homecenter | Puerta pino 15 vidrios 0,76 x 2,03 metros. | PROMASA | \$229.900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/12710/Puerta-pino-15-vidrios-0,76-x-2,03-metros?color=&passedNavAction=push | Madera claro |
| Homecenter | Puerta pórtico 0,75 x 200 cm espesor 35 mm. | PROMASA | \$224.900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/139673/Puerta-portico-0,75-x-200-cm-espesor-35-mm?color=&passedNavAction=push | Madera claro |

| | | | | | |
|------------|---|-------------|-----------|---|--------|
| Homecenter | Puerta sólida 0.90 m x 2.35 metros x 36 mm. | INTER DOORS | \$172.900 | http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/232028/Puerta-solida-0.90-m-x-2.35-metros-x-36-mm-wengue?color=&passedNavAction=push | Wengue |
|------------|---|-------------|-----------|---|--------|

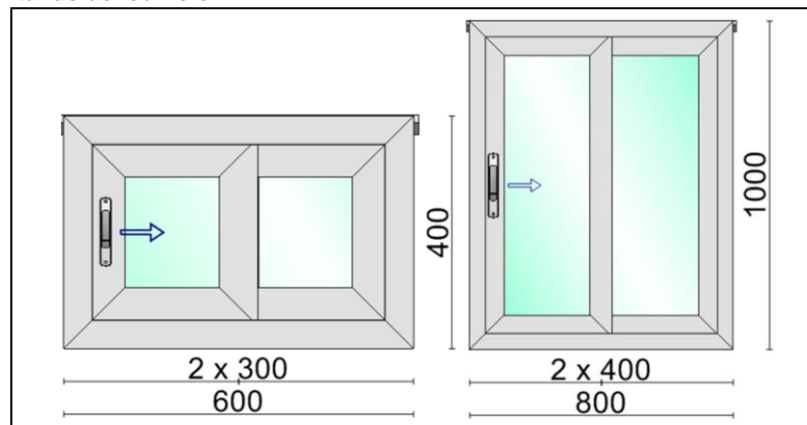
Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.2. Selección ventanas

8.5.2.1. Ventanas recepción

Descripción: Ubicadas en el interior de la sección de recepción, facilitan la visibilidad al personal de seguridad hacia el exterior de la infraestructura, de estas se requieren dos, una que está ubicada en la pared del exterior y la otra que está ubicada entre la recepción y la entrada de la zona vehicular.

Figura 58. Ventanas del edificio



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 62. Dimensiones de las ventanas de recepción

| | | |
|-----------------|--------|------|
| EXTERIOR | ANCHO | 0,4m |
| | ALTURA | 0,6m |
| INTERIOR | ANCHO | 0,8 |
| | ALTURA | 1m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 63. Proveedores de las ventanas de recepción del edificio

| | | |
|------------------|---------------|---------------------|
| Proveedor | Homecenter | Homecenter |
| Ubicación | Bogotá | Bogotá |
| Dirección | KR 68 # 80-77 | CARRERA 23 NO. 100- |

| | | |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| | | 69 OFICINA 604 |
| Teléfono | 3077115 | 3158296491 |
| Contacto | www.homecenter.com.co | www.homecenter.com.co |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 64. Costos de las ventanas de recepción del edificio

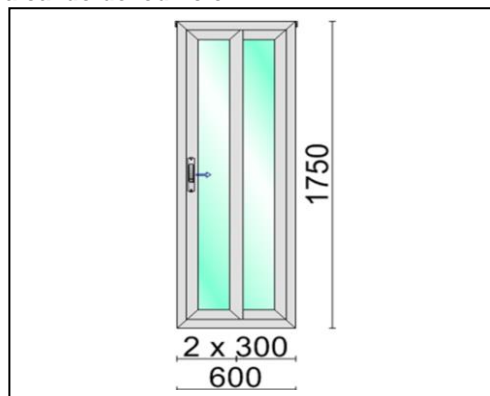
| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICAS | FABRICANTE | COSTO |
|--------------|---|------------|-----------|
| HOMECENTER | PVC PLUS VENTANA 0,6 X 0,4 METROS | - | \$49.900 |
| HOMEVENTANAS | CORREDERA 2 HOJAS AISLANTE ACÚSTICO | CORTIZO | \$130.000 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.2.2. Ventanas clima cálido

Descripción: Por construcción son dimensionadas verticalmente, para impedir que ingrese la radiación solar, además están ubicadas en el interior de la pared para disminuir un poco el mismo efecto.

Figura 59. Ventanas del clima cálido del edificio



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 65. Dimensiones de las ventanas de clima cálido del edificio

| | |
|---------------|-------|
| ANCHO | 0,6m |
| ALTURA | 1,75m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 66. Proveedores de las ventanas de clima cálido del edificio

| PROVEEDOR | HOMECENTER | HOMEVENTANAS |
|-----------|---------------------------|-----------------------------------|
| Ubicación | Bogotá | Bogotá |
| Dirección | KR 68 # 80-77 | CARRERA 23 NO. 100-69 OFICINA 604 |
| Teléfono | 3077115 | 3158296491 |
| Contacto | www.homecenter.co m.co | www.homeventanas.com |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 67. Costos de las ventanas de clima cálido del edificio

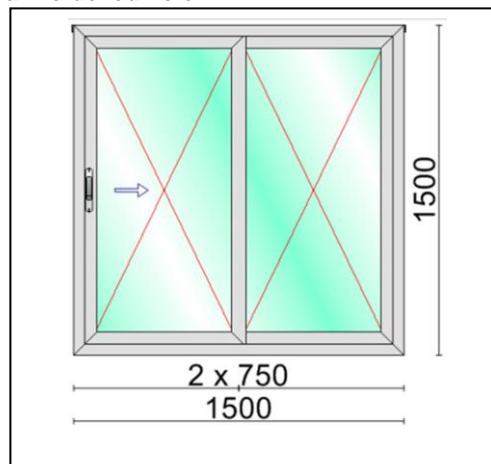
| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICAS | FABRICANTE | COSTO |
|--------------|--|------------|-----------|
| HOMEVENTANAS | CORREDERA 2 HOJAS AISLANTE ACÚSTICO | CORTIZO | \$250.000 |
| HOMECENTER | ALUMINIO CORREDERA | - | \$175.000 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.2.3. Ventanas clima frio

Descripción: Son construidas de manera horizontal con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar, además se suelen ubicar a lo alto del lugar en donde sea ubicada y al exterior de la pared.

Figura 60. Ventanas del clima frio del edificio



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 68. Dimensiones de las ventanas del clima frio del apartamento

| | |
|---------------|------|
| ANCHO | 1,5m |
| ALTURA | 1,5m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 69. Proveedores de las ventanas de clima frio del edificio

| PROVEEDOR | HOME CENTER | HOMEVENTANAS |
|-----------|-----------------------|--------------------------------------|
| Ubicación | Bogotá | Bogotá |
| Dirección | KR 68 # 80-77 | CARRERA 23 NO. 100-69 OFICINA 604 |
| Teléfono | 3077115 | 3158296491 |
| Contacto | www.homecenter.com.co | www.homeventanas.com |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 70. Costos de las ventanas de clima frío del edificio

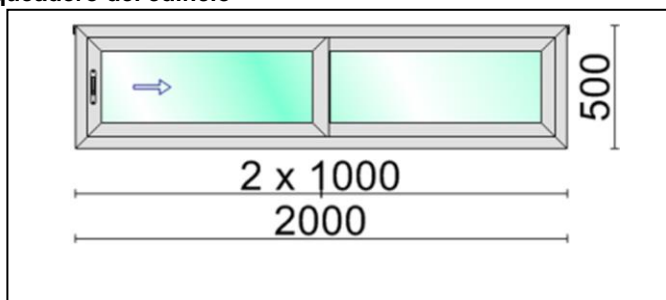
| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICAS | FABRICANTE | COSTO |
|--------------|--|------------|-----------|
| HOMEVENTANAS | CORREDERA 2 HOJAS AISLANTE ACÚSTICO | CORTIZO | \$230.000 |
| HOME CENTER | ALUMINIO CORREDERA | - | \$150.000 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.2.4. Ventanas parqueadero

Descripción: Están ubicadas de manera horizontal y en lo alto de la pared con el fin de dar iluminación a la zona del parqueadero.

Figura 61. Ventanas del parqueadero del edificio



Fuente: Imagen. Elaboración propia

Tabla 71. Dimensiones de las ventanas del parqueadero del edificio

| | |
|---------------|------|
| ANCHO | 2m |
| ALTURA | 0,5m |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 72. Proveedores de las ventanas del parqueadero del edificio

| | |
|------------------|-----------------------|
| Proveedor | Homeventanas |
| Ubicación | Bogotá |
| Dirección | CARRERA 23 NO. 100-69 |

| | |
|-----------------|----------------------|
| | OFICINA 604 |
| Teléfono | 3158296491 |
| Contacto | www.homeventanas.com |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

Tabla 73. Costos de las ventanas del parqueadero del edificio

| PROVEEDOR | CARACTERÍSTICAS | FABRICANTE | COSTO |
|--------------|-------------------------------------|------------|-----------|
| Homeventanas | Corredera 2 hojas aislante acústico | Cortizo | \$255.000 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

8.5.3. JARDINES VERTICALES

Los jardines verticales, también conocidos como muros verdes, son una alternativa para reverdecer las ciudades y crear un excelente confort en una vivienda.

Para la implementación de jardines verticales en una vivienda hay que tener en cuenta una serie de condiciones como:

- El clima
- La ubicación
- Tamaño de los jardines
- Área de ubicación
- Peso de la instalación de los jardines

Para este proyecto arquitectónico se tiene presente que se trabajara en dos ciudades distintas con climas diferentes como se mencionara en la siguiente tabla:

Tabla 74. Descripción de las condiciones para la implementación de jardines verticales

| | Duitama | Girardot |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| Clima | Frio | Caliente |
| Ubicación del jardín vertical | Cara Frontal | Cara Frontal |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las condiciones mencionadas se buscan los siguientes beneficios con la implementación de los jardines verticales:

➤ **Beneficios funcionales**

- Integración arquitectónica y mejora paisajista
- Mejora estética
- Gran adaptabilidad
- Separación de áreas con vegetación

➤ **Beneficios Indirectos**

- Reducen el efecto de calor
- Reducen inundaciones ya que retienen buena parte del agua lluvia en tormentas.
- Habilitan espacios urbanos no usados.

➤ **Beneficios Directos**

- Ahorra espacio (ya que se aprovecha un espacio ya existente previamente)
- Ahorra tiempo (ya que no es necesario eliminar malas hierbas)
- Ahorra dinero: porque reducen hasta 5 grados la temperatura interior de un edificio en verano. (Akira Hoyano, profesor del Tokyo Institute of technology).
- Ahorro de agua: los consumos de agua son equilibrados y optimizados debido a la posibilidad de captación de agua.
- Ahorra mantenimiento: No atraen ni permiten la proliferación de insectos y bacterias puesto que este sistema aporta un repelente biológico.

➤ **Beneficios para la salud**

- $1m^2$ de cobertura vegetal genera el oxígeno requerido por una persona en todo el año. (Darlington, 2001)
- $1m^2$ de cobertura vegetal atrapa 130 gramos de polvo por año. (Darlington, 2001)
- Mejora el rendimiento y reduce malestares de las personas que tienen vegetación en su lugar de trabajo. (Lohr et al... 1996; bringslimark, etal. 2007)
- El aislante vegetal reduce hasta 10 decibelios de la contaminación sonora. (Akira Hoyano Profesor, Tokyo Institute of technology)

De acuerdo a esto se eligió la siguiente estructura para efectuar el desarrollo de los musgos.

Imagen 62. Diseño de la estructura Minigarden para la implementación de los jardines verticales



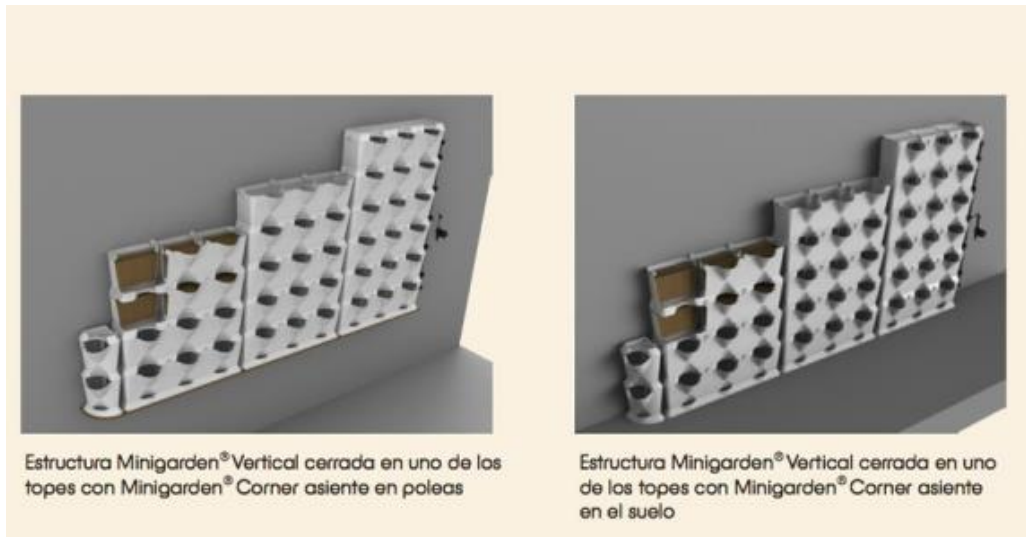
Fuente: Disponible en: <http://mueblesyjardin.com/categorias/jardin/jardines-verticales/M%C3%B3dulos-de-jard%C3%ADn-vertical> Fecha de consulta: 29 de mayo 2015

Imagen 63. Diseño de la estructura Minigarden para la implementación de los jardines verticales



Fuente: Disponible en: <http://mueblesyjardin.com/categorias/jardin/jardines-verticales/M%C3%B3dulos-de-jard%C3%ADn-vertical> Fecha de consulta: 29 de mayo 2015

Imagen 64. Diseño de la estructura Minigarden en la estructura



Fuente: Disponible en: <http://mueblesyjardin.com/categorias/jardin/jardines-verticales/M%C3%B3dulos-de-jard%C3%ADn-vertical> Fecha de consulta: 29 de mayo 2015

Este sistema de jardinería vertical permite hacer varias combinaciones, ya que se pueden colocar uno al lado del otro y formar una línea de plantas o bien superponerlos, se pueden colocar 9 módulos sin ningún tipo de sujeción extra, o si se desea también se puede anclar a la pared.

Imagen 65. Características de la estructura para la implementación de los jardines verticales

| Descripción del producto | | | |
|--------------------------|---|--|---|
| Unidad de venta: | Plato | Módulo | Set |
| Contenido: | 1 Plato | 1 Módulo + 6 Clips | 3 Módulos + 18 Clips + 1 Plato |
| |  |  |  |
| Dimensiones: | 64,6 x 14 x 3 cm | 64,6 x 19 x 20 cm | 64,6x 19 x 57 cm |
| Capacidad Máxima: | | 12 lts | 36 lts |
| Capacidad Recomendada: | | 10 lts | 30 lts |
| Peso: | 0,34 kg | 1,01 kg | 3,34 kg |
| Material: | Polipropileno Moplen con protección UV | | |
| Acabado: | Matt, Grain MT-11007 | | |
| Colores: | Blanco, Negro, Verde, Terracota y Gris | | |
| Garantía de Fabricación: | 3 años | | |
| Otras Características: | 100 % reciclable | | |

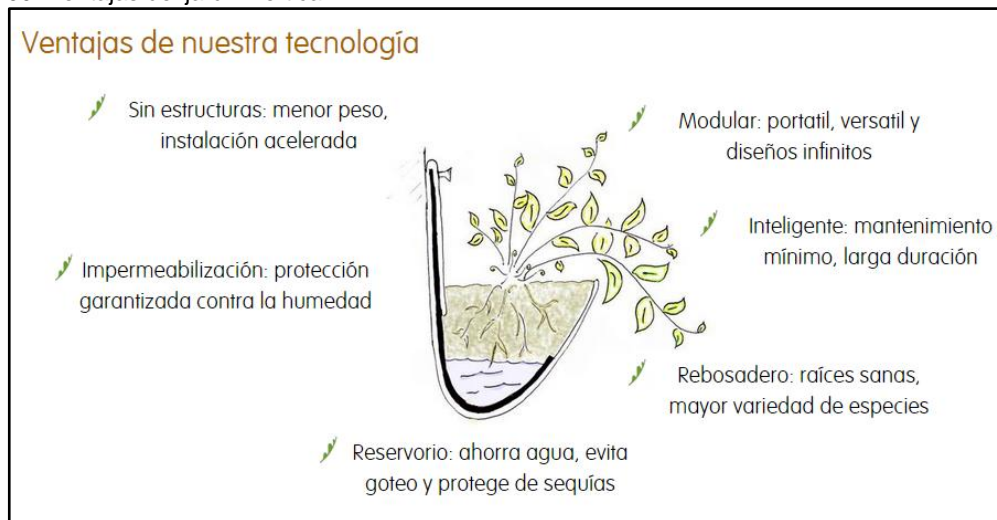
Fuente: Disponible en: <http://mueblesyjardin.com/categorias/jardin/jardines-verticales/M%C3%B3dulos-de-jard%C3%ADn-vertical> Fecha de consulta: 29 de mayo 2015

Esta estructura cuenta con:

- Tres recipientes con tres plantas cada uno
- Una base
- Tres bandejas
- 18 clips para sujetar las distintas combinaciones
- Tiene un presupuesto de €40,00 = \$116.240 COP por 0,368m²

Con este diseño se presenta las siguientes ventajas que tiene al implementarlo

Imagen 66. Ventajas del jardín vertical



Fuente: Disponible en: <http://www.vertinvertical.com/jardines-verticales-bogota.php> Fecha de consulta: 29 de mayo 2015

Tabla 75. Descripción de las condiciones para la implementación de jardines verticales

| | |
|--|------------|
| ÁREA TOTAL CARA FRONTAL (m ²) | 165,29 |
| ÁREA VENTANAS SUPERIORES (m ²) | -30,45 |
| ÁREA PUERTA INGRESO PEATONAL (m ²) | -4,37 |
| ÁREA PUERTA PARQUEADERO (m ²) | -6,25 |
| ÁREA VENTANA RECEPCIÓN (m ²) | -0,8 |
| ÁREA VENTANA PARQUEADERO (m ²) | -1 |
| ÁREA RESTANTE (m ²) | 122,42 |
| ÁREA A SER RECUBIERTA CON JARDIN (%) | 50 |
| ÁREA A RECUBRIR CON JARDIN (m ²) | 61,2 |
| COSTO DE JARDIN POR m ² (\$) | 315,869 |
| COSTO TOTAL (\$) | 19'331.182 |

Fuente: Elaboración propia

9. CONCLUSIONES

- Los tres prototipos tienen una forma estructural de tal manera que el flujo de salida en comparación con el flujo de ingreso no se ve afectado de modo considerable, se considera un flujo estable a lo largo de la estructura. Por esa razón la temperatura en el interior del edificio considerando en que es un sistema abierto creando una zona de confort bajo la percepción humana. La presión es una variable sin variación significativa debido a que ésta depende de la altura y las variaciones de altura la afectan de forma mínima. La velocidad varía de acuerdo a la distribución de la estructura.
- Con el sistema de recirculación de agua se evita emplear aguas tratadas para fines residuales contribuyendo con el sostenimiento del medio ambiente, reduciendo el impacto por escases de agua. El ahorro aproximado por emplear el sistema de recirculación de agua es muy considerable y será más considerable aún a lo largo del tiempo, se debe tener en cuenta que este valor es por apartamento. Este aspecto es fundamental para ser resaltado y sustentar la inversión para la construcción de este tipo de proyectos bioclimáticos.

Tabla 76. Resumen de ahorro por sistema de recirculación

| | |
|-----------------------------------|--|
| Volumen tanque sanitario | 0.512 m ³ |
| Promedio de descargas diarias | 3 |
| Descarga total del tanque diaria | 1 |
| Volumen de agua consumida mensual | 15.36 m ³ |
| Valor por acueducto | 15.36 m ³ x \$2.566,56 = \$39.422,36 |
| Valor por alcantarillado | 15.36 m ³ x \$1.572,61 = \$24.155,28 |
| Ahorro en el mes | \$63.577,64 |
| Ahorro en el año | \$762.931,68 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

- Mediante el uso de paneles solares en una vivienda, el porcentaje de ahorro es aproximadamente del 20% mensual tomando como referencia el consumo de energía eléctrica por medio de las empresas prestadoras. Lógicamente este valor depende del consumo real que se efectúe en la vivienda y la cantidad de electrodomésticos que se tengan. Además el uso de paneles solares contribuye a la disminución de consumo de energías eléctricas y un ahorro económico significativo y la mitigación del impacto por el uso de dichas energías al medio ambiente.

Tabla 747. Resumen de ahorro por energía solar

| | |
|----------------------------------|--------------|
| Valor KW | \$387.46 |
| Capacidad de captación del panel | 140 W |
| Intervalo de aprovechamiento | 6 Horas |
| Potencia producida diaria | 840 W |
| Potencia producida al mes | 25,2 kW |
| Ahorro mensual | \$9.763,99 |
| Ahorro anual | \$117.167,90 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

- Haciendo una comparación del precio por metro cuadrado de cualquiera de los prototipos en comparación con el precio de referencia se nota una variación tanto en el prototipo 2 como en el 3 de más del doble del valor de referencia, por lo que se puede considerar una baja factibilidad del proyecto, sin embargo se debe considerar el beneficio que se genera al emplear los sistemas de arquitectura bioclimática disminuyendo los costos de los servicios públicos. En conclusión para mejorar la factibilidad del proyecto se debe considerar los siguientes puntos:
 - ✓ Reducir el porcentaje de ganancia para cada uno de los proyectos.
 - ✓ Distribuir los precios de acuerdo a la ubicación del apartamento.
 - ✓ Redefinir el área total del proyecto, para aumentar el área individual por apartamento.
 - ✓ Incrementar el número de pisos de la estructura y reducir el costo neto para tener un margen de ganancia más amplio.
 - ✓ Redefinir la ubicación del proyecto a un sitio en donde éste pueda tener mayor impacto, por ejemplo en una de las ciudades principales.

Bajo los criterios especificados el proyecto más viable es el prototipo número 1, ya que la desviación con respecto al valor de referencia es justificable a la aplicación de la bioclimática y los costos por uso de equipos que éste requiere, sin embargo se debe tomar en cuenta las variables mencionadas anteriormente.

Tabla 758. Conclusiones financieras

| ÍTEM | PROTOTIPO 1 | PROTOTIPO 2 | PROTOTIPO 3 |
|--|---------------|---------------|---------------|
| UBICACIÓN | Girardot | Duitama | Duitama |
| ÁREA BASE DEL PROYECTO (m ²) | 120 | 96 | 120 |
| ÁREA DE ZONA COMÚN (m ²) | 240 | 192 | 240 |
| ZONA COMÚN POR APTO (m ²) | 40 | 32 | 40 |
| CANTIDAD APARTAMENTOS | 6 | 6 | 6 |
| ÁREA POR APTO (m ²) | 57 | 45 | 57 |
| COSTO NETO POR APTO | \$144'094.109 | \$148'098.681 | \$163'269.929 |
| COSTO POR m ² | \$2'527.966 | \$3'291.081 | \$2'864.384 |
| DESVIACIÓN VS VALOR DE REFERENCIA | \$634.441 | \$1'863.554 | \$1'436.857 |
| GANANCIA POR APTO | 35% | 35% | 35% |
| | \$50'432.938 | \$51'834.538 | \$57'144.475 |
| GANANCIA TOTAL | \$302'597.629 | \$311'007.230 | \$342'866.851 |
| COSTO FINAL POR APTO | \$194'527.047 | \$199'933.219 | \$220'414.404 |
| COSTO POR m ² | \$3'412.755 | \$4'442.960 | \$3'866.919 |
| COSTO m ² DE REFERENCIA | \$1'893.525 | \$1'427.527 | \$1'427.527 |
| DESVIACIÓN | \$1'519.230 | 3'015.433 | \$2'439.392 |

Fuente: Tabla. Elaboración propia

10. BIBLIOGRAFÍA

- Action, C. *"The Climate action and renewable energy package.*. Europa.
- Andes, U. d. (2008, Noviembre). Development of solar Energy in Colombia and its Prospects. *Ingenieria* .
- Antonio Ruiz Canales, J. M. (2010). *Automatizacion y Telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona: Marcombo.
- Antonio Ruiz Canales, J. M. (2010). *Automatizacion y telecontrol de sistemas de riesgos*. Barcelona: Marcombo.
- Betancur, I. I. (s.f.). Dossier.
- Castells, X. E. (2012). *La vivienda y el Confort*. Madrid: Diaz de Santos.
- CCCS. (s.f.). Recuperado el 10 de 07 de 2014, de Consejo Colombiano de Construccion Sostenible: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible>
- Córdoba, D. (11 de 03 de 2006). *La casa sostenible*. Recuperado el 25 de 06 de 2014, de La casa sostenible: <http://www.lacasasostenible.com/bioclimatismo.html>
- Cruz, J. C. (22 de 07 de 2013). *La Republica*. Recuperado el 29 de 06 de 2014, de La Republica: http://www.larepublica.co/asuntos-legales/est%C3%ADmulos-para-la-implementaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADas-renovables_43323
- eco@adm. (s.f.). *Ecotelhado*. Recuperado el 05 de 07 de 2014, de <http://ecotelhado.com.co/>
- Energia, I. d. (1996). *Evaluacion de Sistemas Solares de Calentamiento de Agua*. Bogotá.
- Energreencol, S. (s.f.).
- Gomez, M. T. (2013). *Diagnostico situacion de riesgos Hidrometeorologicos en Colombia*. Ideam, Colombia.
- Grazon, B. (2008). *Arquitectura Bioclimatica*. Buenos Aires : Nobuko.
- Griffin, M. E. (1999). *Ventilacion Natural Efectiva y Cuantificable*. Caracas, Venezuela: Consejo de desarrollo cientifico y humanistico.
- Henry Benavides, L. a. *Analisis descriptivo de variables meteorologicas que influyen en la calidad el aire de los principales centros industriales del pais*.
- Herman Galán Barrera, S. d. (18 de 06 de 2014). *Reve*. Recuperado el 02 de 07 de 2014, de Revista Eolica y del Vehiculo Electrico: <http://www.evwind.com/2014/06/18/colombia-elabora-ley-de-energias-renovables/>
- Lopez, M. V. (2012). *Ingenieria de la energia eolica*. Barcelona: Marcombo.
- M, I. P. *Energia solar en arquitectura y construccion* . Master.
- M, I. P. (2007). *Energia solar en Arquitectura y construcción*.Santiago de Chile: Masters Ril.
- Marco Vera Coello, I. I. (2012). *Ingenieria Fluidomecanica*. España: Paraninfo.
- Marquez, P. (2007). *Arqhys Arquitectura*. Recuperado el 01 de 07 de 2014, de Arqhys Arquitectura: <http://www.arqhys.com/contenidos/bioclimaticas-viviendas.html>
- Mendez, H. G. (2011). *Rehabilitacion energetica de edificios*. España: Tornapunta.
- Monroy, M. M. *Claves del diseño bioclimatico*.

Municipios.com.co. (s.f.). Recuperado el 28 de 06 de 2014, de *Municipios.com.co*: <http://www.municipios.com.co/boyaca/sogamoso#.U7Mqivl5OVM>

Nuevas estrategias, Nuevos materiales. (junio 2001). *Basa*, 170.

Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimatica para arquitectos y urbanistas.* España: Gustavo Gili .

Pedro Ramos Castellanos, A. h. (2007). *Uso Eficiente y Sostenible e los Recursos Naturales.* España: Universidad Salamanca.

Perez, E. M. (1997). *Las energias renovables.* Madrid: Los libros de la catarata.

Perez, E. M. (1997). *Las energias renovables.* Madrid: Libros de la catarata.

Romeo, J. A. (2009). *Arquitectura Bioclimatica y urbanismo sostenible.* España: Prensas Universitarias de Zaragoza.

SALA, I. (16 de 07 de 2013). *Construction21.eu.* Recuperado el 30 de 06 de 2014, de *Construction21.eu*: <http://www.construction21.eu/espana/articulos/es/las-energias-renovables-en-edificacion-ventajas-y-viabilidad-en-eolica-solar-y-biomasa.html>

Scielo. (12 de 09 de 2011). Recuperado el 07 de 07 de 2014, de *Revista de ingenieria* : http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000100003

Society, M. L. (2003). *Arquitectonics.* Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya.

Tous, M. R. (2009). *Energia Solar Termica.* Barcelona: Ceac.

worldmeteo. (s.f.). Recuperado el 28 de 06 de 2014, de <http://www.worldmeteo.info/es/>

Yarke, E. (2005). *Ventilacion Natural de Edificios.* Buenos Aires: Nobuko.

Homecenter. (s.f.). Recuperado el 10 de 03 de 2015, de www.homeventanas.com/

Recuperado el 01 de 04 de 2015, de *Homecenter*: www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat10540/ventanas?kid=puertasciokeqiwv

(s.f.). Obtenido de www.colombianadepvc.com.co/contacto/'success