

Sistemas de climatización termoactivos en edificaciones de uso empresarial en las ciudades de Barranquilla y Cartagena.



Karen Lorena Ospina Quiroga & Rosa Angélica Téllez Sanabria.  
Mayo 2020.

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Programa Construcción y Gestión en Arquitectura

Componentes temáticos:  
Seminario de Proyecto de Investigación y Desarrollo  
Administración de la Edificación III

Copyright © 2020 por Karen Lorena Ospina Quiroga & Rosa Angélica Téllez Sanabria.  
Todos los derechos reservados. (Ver Anexo)

## **Dedicatoria**

Dedicamos este proyecto de grado a nuestras familias quienes han sido la motivación y apoyo para culminar esta última etapa de la carrera profesional, y nos han acompañado en nuestro proceso formativo, también le dedicamos esta propuesta de idea de negocio a los docentes que han hecho parte del proceso y que, desde sus conocimientos y experiencias profesionales nos guiaron en las dificultades presentadas y nos brindaron orientación para realizar la presentación final de esta propuesta.

## **Agradecimientos**

Las autoras manifiestan sus agradecimientos a:

Sergio Adrián Garcés Corzo, tutor, por su dirección en la realización del proyecto del grado.

Nelson Andrés Martínez Marín, docente, por su colaboración, apoyo y orientación en el desarrollo del proyecto.

James Alberto Ortega Morales, docente, por su orientación en la formulación del proyecto de grado.

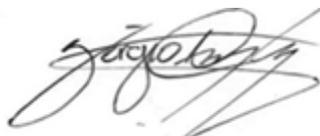
**NOTAS DE ACEPTACIÓN**

Observaciones

---

---

---



---

Arq. Mag. SERGIO ADRIÁN GARCÉS CORZO  
Docente Director Trabajo de Grado



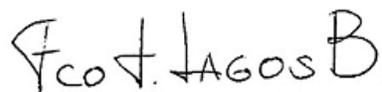
---

Adm. Mag. HENRY NOREÑA VIRRAREAL  
Docente Invitado



---

Dra. Ing. FLORINDA SÁNCHEZ MORENO  
Docente Invitado



---

Arq. Mag. FRANCISCO LAGOS BAYONA  
Docente Invitado



---

Adm. Mag. NELSON ANDRES MARTINEZ MARIN  
Docente Invitado



---

Arq. JAMES ALBERTO ORTEGA MORALES  
Docente Invitado

Bogotá, mayo de 2020

## Resumen

El presente proyecto de grado es una investigación realizada en el sector de la construcción, específicamente en la climatización de edificaciones empresariales en clima cálido-húmedo como lo son Barranquilla y Cartagena en Colombia, con el cual se pretende proponer una alternativa que cumpla con las necesidades económicas del cliente potencial y que a su vez brinde una solución sostenible frente a la problemática por alto consumo energético que demandan este tipo de edificaciones por uso de aire acondicionado.

Para lograr el objetivo de la investigación, se realizó un estudio de mercado que nos permitió obtener información sobre la favorabilidad del producto propuesto, representando un posible sustituto de los sistemas de climatización convencionales como el aire acondicionado. De igual manera, se realizó un análisis del cliente potencial, los usuarios del producto y la competencia, donde se demostró que acceder a la comercialización del producto ofrecido es factible y viable.

Para dar solución a la problemática planteada, se analizaron tres alternativas de solución de las cuales la opción más adecuada es el sistema de climatización termoactivo, este sistema cumple con los requisitos de confort térmico para las edificaciones en estudio, teniendo una inversión recuperable en un mediano plazo, además de garantizar una solución que cumple con los ahorros energéticos y reducción del CO<sub>2</sub>.

El sistema de climatización termoactivo, consiste en una red de tuberías que se introducen en la cimentación del edificio, que absorben energía del suelo y la conducen al interior de la edificación para el enfriamiento de los espacios. Este sistema permite la climatización del edificio a través de bombas de calor que ahorran hasta un 80% de energía y costos por consumo.

Para el desarrollo de la investigación se tomaron diferentes referencias de países donde se han instalado este tipo de soluciones como Portugal, Suiza y principalmente España, esto teniendo en cuenta que en el país aún no se ha ejecutado ningún proyecto con este sistema. Durante la investigación se evidenció que los materiales y equipos que componen el sistema se comercializan en el país, representando un mayor posibilidad de implementar esta tecnología innovadora.

Finalmente, se realizó un prototipo de un proyecto de edificación tipo de oficinas ubicado en la ciudad de Barranquilla, basado en las condiciones de zonificación climática, diseño de la edificación y características constructivas, que permitieron realizar el cálculo de las cargas térmicas requeridas y simulación de consumo energético por los sistemas de climatización.

A partir de esto, se realizó una comparación del sistema de climatización termoactivo y el sistema de aire acondicionado convencional, considerando variables como la inversión inicial, vida útil, mantenimiento, consumo de energía eléctrica, emisiones de CO<sub>2</sub>, entre otras, en lo que se concluyó que el Sistema de climatización termoactivo brinda a la edificación ahorros energéticos considerables además de reconocimiento ante otros proyectos constructivos, esto debido a los beneficios que el sistema aporta al medio ambiente, así como reducción en los costos por climatización, demostrando que el proyecto propuesto es una alternativa completamente viable desde el punto de vista de sostenibilidad.

**Palabras Claves:** Energía geotérmica, Sistemas de climatización termoactivos, confort térmico, eficiencia energética, sostenibilidad, climatización.

## Abstract

The present degree project is an investigation carried out in the building sector, specifically in the air conditioning of business buildings in a humid subtropical climate such as Barranquilla and Cartagena in Colombia. The aim is to propose an alternative that meets the financial needs of the potential client, and that it provides a sustainable solution to the problem of high energy consumption demanded by this type of building due to the use of air conditioning.

To achieve the research objective, a market analysis was carried out that allowed us to obtain information on the favorability of the proposed product, as a possible substitute for traditional air conditioning systems such as air conditioning. Likewise, an analysis was made of the potential client, the users of the product, and the competition, proving that access to the commercialization of the offered product is feasible and viable.

To solve the problem, three alternative solutions were analyzed, of which the most suitable option is the thermally activated building systems, this system meets the thermal comfort requirements for the buildings under study, having a recoverable investment in the medium term, in addition to guaranteeing a solution that meets energy savings and CO<sub>2</sub> reduction.

The thermally activated building systems consist of a network of pipes that are introduced in the foundation of the building, they absorb energy from the ground and lead it into the building for cooling, this system allows the air conditioning of the building through heat pumps that save up to 80% of energy and consumption costs.

For the development of the research, different references were taken from countries where these types of solutions have been installed, such as Portugal, Switzerland, and mainly Spain, considering that any project has yet been carried out with this system in the country. During the investigation it was shown that the materials and equipment that make up the system are marketed in the country, offering a greater possibility of implementing this innovative technology.

Finally, a prototype of an office-type building project located in the city of Barranquilla was carried out, based on climatic zoning conditions, building design and construction characteristics, which allowed calculating the required thermal loads and simulating energy consumption by HVAC systems.

From this, a comparison was made of the thermally activated building systems, considering variables such as the initial investment, useful life, maintenance, consumption of electrical energy, CO2 emissions, among others, so it concluded that the thermally activated building systems provide the building with considerable energy savings, and the recognition before other construction projects, this due to the benefits that the system brings to the environment, as well as a reduction in the costs of air conditioning, demonstrating that the proposed project is a completely viable alternative from the point of view of sustainability

**Key Words:** Geothermal energy, thermally activated building systems, thermal comfort, energy efficiency, sustainability, air conditioning.

## **Prefacio**

Durante años el medio ambiente se ha visto afectado por diferentes prácticas que realiza el ser humano para su sustentación, alcanzando a daños ecológicamente irreparables como lo es la reducción de la capa de ozono. La industria de la construcción es una de las que más impacto negativo genera en el medio ambiente durante la ejecución, uso y terminación de su vida útil, los materiales utilizados, los residuos generados y los recursos utilizados.

Por ello, el proyecto en estudio presentado como opción de grado para obtener el título como profesional en el programa de Construcción y Gestión en Arquitectura de la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, busca generar una alternativa sostenible que reduzca significativamente la generación de energía eléctrica como principal fuente para el funcionamiento de las edificaciones, específicamente en la climatización de estas.

Se tomó como referencia el consumo de energía total de una edificación de uso empresarial en clima cálido-húmedo del país, encontrando que más del 50% de la energía es consumida por el sistema de climatización utilizado, el cual es necesario para mantener un confort térmico para los ocupantes de la edificación. Por lo anterior, tras analizar diferentes alternativas a la problemática de alto consumo energético que producen los sistemas de climatización tradicionales, como el aire acondicionado, se optó por proponer una alternativa que cumple con las necesidades del cliente, el usuario y por supuesto el inversionista, que permite minimizar el consumo de energía eléctrica a través de la generación de energía geotérmica, que se obtiene por un sistema de climatización termoactivo, el cual logra ahorros energéticos y en costos significativos, además la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> comparado con un sistema de climatización convencional.

## Tabla de Contenido

Capítulo 1 Resumen Ejecutivo.....	12
1.1 Concepto del Negocio.....	12
1.2 Potencial del mercado en cifras .....	13
1.3 Ventaja competitiva y propuesta de valor.....	13
Capítulo 2 La Empresa.....	15
2.1 Nombre de la Empresa.....	15
2.2 Actividad de la Empresa .....	15
2.2.1 Sector productivo en que se encuentra la empresa. ....	15
2.2.2 Clientes a quienes se dirige.....	15
2.3 Visión y Misión.....	16
2.4 Objetivos de la empresa .....	16
2.5 Razón social y logo.....	17
2.6 Referencia de los promotores.....	18
2.7 Localización de la empresa. ....	19
Capítulo 3 Identificación de Producto o Servicio .....	20
3.1 Presentación .....	20
3.2 Ficha Técnica .....	20
3.3 Línea de Investigación .....	21
Capítulo 4 Estudio de Mercado.....	22
4.1 Análisis del Sector .....	22
4.1.1 Condiciones del entorno global de la empresa. ....	22
4.1.2 Desarrollo tecnológico e industrial del sector y mercados objetivos.....	35
4.1.3 Relación con agremiaciones existentes.....	37
4.2 Análisis del mercado.....	40
4.2.1 Análisis del mercado objetivo y su comportamiento histórico.....	40
4.2.2 Estimación del mercado potencial. ....	46
4.2.3 Estimación del segmento o nicho del mercado.....	53
4.3 Análisis del cliente o consumidor .....	54
4.3.1 Esbozo del perfil del consumidor. ....	54
4.3.2 Elementos que influyen en la compra y aceptación del producto o servicio. ....	54
4.3.3 Tendencias de consumo. ....	63
4.4 Análisis de la competencia.....	68
4.4.1 Identificación de los principales competidores actuales o potenciales.....	68
4.4.2 Análisis de empresas competidoras. ....	74
4.4.3 Análisis de productos sustitutos.....	78
4.4.4 Análisis de los precios de venta de la competencia. ....	79
4.4.5 Estudio de la imagen de la competencia ante los clientes. ....	80
Capítulo 5 Descripción del Producto o Servicio.....	84
5.1 Problema .....	84
5.1.1. Árbol del Problema.....	85
5.2 Descripción .....	90
5.2.1 Concepto general del producto o servicio.....	90

	12
5.2.2	Impacto tecnológico, social y ambiental..... 95
5.2.3	Potencial innovador. .... 98
5.3	Justificación ..... 100
5.3.1	General ..... 100
5.4	Objetivos..... 102
5.4.1	Árbol de Objetivos ..... 102
5.4.2	Objetivo General y específicos ..... 109
5.5	Metodología ..... 109
5.5.1	Alcance ..... 109
5.5.2	Tipo y clase de investigación ..... 110
5.5.3	Herramientas de investigación ..... 111
5.5.4	Cronograma resumen ..... 111
5.6	Marco Referencial..... 116
5.6.1	Estado del Arte..... 116
5.6.2	Marco Conceptual..... 126
5.6.3	Marco Legal ..... 133
5.6.4	Marco Productivo..... 135
5.6.5	Marco Sociocultural..... 143
Capítulo 6	Producto o Servicio ..... 155
6.1	Nombre e imagen producto/servicio ..... 155
6.2	Ficha técnica ..... 155
6.3	Proceso de producción ..... 165
6.4	Necesidades y requerimientos..... 178
6.5	Costos..... 201
6.5.1	Precios unitarios..... 201
6.5.2	Costos globales de producción..... 203
6.5.3	Valor comercial del producto..... 206
Capítulo 7	Gestión organizacional y administrativa ..... 207
7.1	Políticas empresariales ..... 207
7.1.1	Visión ..... 207
7.1.2	Misión ..... 207
7.1.3	Objetivos empresariales ..... 207
7.2	Estructura organizacional..... 208
7.2.1	Departamentalización de la empresa. .... 208
7.2.2	Organigrama, recursos humanos..... 209
7.3	Constitución de la empresa y aspectos legales. .... 210
7.3.1	Tipo de sociedad a constituir ..... 210
7.3.2	Análisis y aplicación de la legislación vigente. .... 210
7.3.3	Protección intelectual e industrial de los productos o servicios. .... 211
Capítulo 8	Plan de marketing..... 212
8.1	Estrategia de producto o servicio..... 212
8.1.1	Marca comercial producto o servicio..... 212
8.1.2	Presentación, dimensión, modulación, empaque y embalaje..... 212
8.1.3	Garantía y servicio de postventa. .... 216
8.1.4	Mecanismos de atención a clientes. .... 218

	13
8.2 Estrategia de precio.....	224
8.2.1 Definición y lista de precios de venta.....	224
8.2.2 Impuesto de ventas y descuentos.....	230
8.2.3 Condiciones de pago y condiciones de crédito.....	230
8.2.4 Seguros necesarios, impuesto a las ventas.....	232
8.2.5 Costos de transporte.....	232
8.3 Estrategia de promoción y comunicación.....	233
8.3.1 Tácticas de mercadeo.....	233
8.3.2 Costos de publicidad.....	235
8.3.3 Fuerza de ventas.....	237
8.4 Estrategia de distribución.....	237
8.4.1 Capacidad de cobertura o de atención de pedidos.....	237
8.4.2 Alternativas de penetración en el mercado, canales de distribución.....	237
8.4.3 Alternativas de comercialización, cobertura logística.....	239
8.5 Plan de compras.....	241
8.5.1 Identificación de proveedores.....	241
8.5.2 Planeación de compras.....	242
Capítulo 9 Plan financiero.....	243
9.1 Inversiones.....	243
9.1.1 Condiciones económicas.....	243
9.1.2 Inversión inicial o necesidades de capital.....	243
9.1.3 Costos administrativos.....	244
9.1.4 Costos de producción.....	247
9.2 Cronograma de inversiones y financiación.....	249
9.2.1 Fuentes de financiación.....	249
9.3 Presupuestos.....	255
9.3.1 Flujo de caja proyectado.....	255
9.3.2 Balance general proyectado.....	258
9.3.3 Estado de ganancias o pérdidas.....	262
9.3.4 Tasa Interna de Retorno TIR, Valor Presente Neto VAN, Punto de equilibrio y periodo de recuperación de la inversión.....	264
9.3.5 Situaciones que pueden afectar el proyecto.....	266
Conclusiones.....	267
Glosario de términos.....	268
1. Apéndice 1. Cronograma listado de actividades.....	277
Herramientas de investigación aplicada.....	287
Creación de la empresa.....	288
Registro Fotográfico y/o prototipo a escala.....	289

## Lista de tablas

Tabla 1. Resumen inversión.....	12
Tabla 2. Resumen proyección de ventas 5 años. ....	13
Tabla 3. Ficha Técnica resumen .....	21
Tabla 4. Presupuesto sistema de climatización geotérmico. ....	63
Tabla 5. Indicadores nacionales mercado edificaciones empresariales.....	68
Tabla 6. Empresas competidoras.. .....	71
Tabla 7. Matriz empresas competidoras. ....	75
Tabla 8. Análisis comparativo empresas competidoras.....	79
Tabla 9. Alternativas de solución.....	108
Tabla 10. Cronograma del proyecto.....	115
Tabla 11. Zonificación climática y geológica de Barranquilla y Cartagena. ....	149
Tabla 12. Actividades del ciclo de producción. ....	171
Tabla 13. Procedimientos control de calidad y SST.....	172
Tabla 14. Consumo de energía de oficina por m2. ....	173
Tabla 15. Ahorro de energía del sistema. ....	173
Tabla 16. Total cantidad unidades a producir.....	174
Tabla 17. Procedimientos de instalación y mantenimiento. ....	175
Tabla 18. Sondas geotérmicas para medición de temperatura del suelo.....	179
Tabla 19. Comparativo sistema GEOTABS y sistema aire acondicionado.....	199
Tabla 20. Comparativo anual sistema GEOTABS y sistema aire acondicionado.. ..	200
Tabla 21. Comparativo vida útil edificación sistema GEOTABS y sistema aire acondicionado.. ..	200
.....	200
Tabla 22. APU GEOTABS.....	202
Tabla 23. Costos fijos.....	203
Tabla 24. Nómina costos fijos. ....	204
Tabla 25. Total costos fijos.....	205
Tabla 26. Costos preoperativos.....	205
Tabla 27. Costos preoperativos Nómina.....	205
Tabla 28. Costos plan de marketing.....	205
Tabla 29. Precio de venta por unidad.....	206
Tabla 30. Precio intereses por unidad. ....	206
Tabla 31 Proyección financiera. ....	243
Tabla 32. Distribución inversión inicial.....	244
Tabla 33. Aportes de los socios. ....	244
Tabla 34. Costos administrativos.....	244
Tabla 35. Gastos administrativo COLTABS. ....	245
Tabla 36. Costos preoperativos.....	245
Tabla 37. Costos preoperativos nómina.....	245
Tabla 38. Nómina.....	246
Tabla 39. Total costos fijos.....	247
Tabla 40. APU GEOTABS.....	248
Tabla 41. Precio de venta por unidad.....	249

	15
Tabla 42. Precio intereses por unidad.....	249
Tabla 43. Características financiación BANCOLDEX. ....	252
Tabla 44. Fuentes de financiación resumen.....	253
Tabla 45. Proyección financiación del proyecto.....	253
Tabla 46. Tabla amortización financiación Bancóldex. ....	254
Tabla 47. Resumen tabla de amortización.....	255
Tabla 48. Flujo de caja neto COLTABS S.A.S. ....	257
Tabla 49. Resumen balance general año 1 COLTABS.....	259
Tabla 50. Balance general COLTABS.....	261
Tabla 51. Estado de resultados COLTABS. ....	263
Tabla 52. Valores VPN COLTABS.....	265

### **Tabla de ilustraciones**

Ilustración 1. Logotipo COLTABS.....	17
Ilustración 2. Fuente logotipo .....	17
Ilustración 3. Colores permitidos logotipo.....	18
Ilustración 4. Localización COLTABS S.A.S. ....	19
Ilustración 5. Sistema de climatización termoactivo .....	20
Ilustración 6. Capacidad de compra y acceso a la vivienda formal .....	23
Ilustración 7. Análisis del contexto económico del sector de la construcción.....	24
Ilustración 8. Área licenciada para destinos no residenciales 2009 - 2018. ....	25
Ilustración 9. Balance del primer trimestre de 2019 .....	29
Ilustración 10. Madera transparente.....	34
Ilustración 11. Asfalto luminoso. ....	34
Ilustración 12. Un primer balance sobre la productividad en el sector de la construcción.....	35
Ilustración 13. Un primer balance sobre la productividad en el sector de la construcción.....	36
Ilustración 14. Unidades de vivienda vendidas y lanzadas.....	39
Ilustración 15. Protocolo de Kioto.....	41
Ilustración 16. Uso de aire acondicionado.....	42
Ilustración 17. Interesados en adquirir nuevos de sistemas de aire acondicionado.....	42
Ilustración 18. Frecuencia de adquisición de sistemas de aire acondicionado. ....	43
Ilustración 19. Aspecto de uno de los foros del Congreso de Acaire en Barranquilla. ....	45
Ilustración 20. Uso de sistemas de enfriamiento por sectores en Colombia.....	46
Ilustración 21. Consumo energético por uso final en edificaciones. ....	47
Ilustración 22. Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones.....	48
Ilustración 23. Área iniciada en oficinas 2009-2017. Informe Camacol, Características del ajuste del mercado por tamaño de compañías. Evolución reciente de comercialización e indicadores de riesgo, 2018.....	50
Ilustración 24. Participación regional en el área iniciada 2014-2017. Informe Camacol, Características del ajuste del mercado por tamaño de compañías. Evolución reciente de comercialización e indicadores de riesgo, 2018. ....	51
Ilustración 25. Tabulación pregunta 1.. ....	54

	16
Ilustración 26. Tabulación pregunta 2. ....	55
Ilustración 27. Tabulación pregunta 3. ....	55
Ilustración 28. Tabulación pregunta 4. ....	56
Ilustración 29. . Tabulación pregunta 5. ....	56
Ilustración 30. Tabulación pregunta 6. ....	57
Ilustración 31. Tabulación pregunta 7. ....	57
Ilustración 32. Tabulación pregunta 8.. ....	58
Ilustración 33. Tabulación pregunta 9. ....	58
Ilustración 34. Tabulación pregunta 10.. ....	59
Ilustración 35. Tabulación pregunta 11. ....	59
Ilustración 36. Ceiling Cassette. ....	61
Ilustración 37. Tabulación pregunta 1.. ....	64
Ilustración 38. Tabulación pregunta 2. ....	65
Ilustración 39. Tabulación pregunta 3. ....	65
Ilustración 40. Tabulación pregunta 4. ....	65
Ilustración 41. Tabulación pregunta 5. ....	66
Ilustración 42. Tabulación pregunta 6.. ....	66
Ilustración 43. Tabulación pregunta 7. ....	66
Ilustración 44. Tabulación pregunta 8. ....	67
Ilustración 45. Información Refrinorte. ....	71
Ilustración 46. Información CC Aires S.A.S. ....	72
Ilustración 47. Información Aires y Aires SAS. ....	73
Ilustración 48. Climatización de edificios por energía solar. ....	78
Ilustración 49. Aerotermia. ....	79
Ilustración 50. Proyectos Refrinorte S.A.S. ....	81
Ilustración 51. Clientes CC Aires S.A.S. ....	82
Ilustración 52. Aires & Aires S.A. ....	82
Ilustración 53. Árbol del problema ....	85
Ilustración 54. Aire acondicionado. ....	87
Ilustración 55. Aire acondicionado en oficinas. ....	88
Ilustración 56. Consumo energético por aire acondicionados. ....	89
Ilustración 57. Ocupación de oficinas. ....	90
Ilustración 58. Cimentación termoactiva. ....	91
Ilustración 59. Valores de referencia FERROTERM. ....	92
Ilustración 60. Distribución de pilotes y sondas geotérmicas. ....	92
Ilustración 61. Captación vertical. ....	93
Ilustración 62. Valores de referencia FERROTERM. ....	94
Ilustración 63. Valores de referencia FERROTERM. ....	95
Ilustración 64. Consumo energético en edificaciones. ....	96
Ilustración 65. Uso de sistemas de enfriamiento por sectores.. ....	97
Ilustración 66. Archivo General del Banco de España en Madrid. ....	98
Ilustración 67. Valor agregado. ....	100
Ilustración 68. Árbol de objetivos. ....	102
Ilustración 69. Expoacaire 2019. ....	103
Ilustración 70. Alternativas de climatización. ....	104

	17
Ilustración 71. Diseños bioclimáticos.....	105
Ilustración 72. Calidad del aire interior. ....	106
Ilustración 73. Cimentaciones termoactivas. ....	106
Ilustración 74. Asesorías en climatización.....	107
Ilustración 75. Arquitectura bioclimática. ....	107
Ilustración 76. Tuberías TABS en la estructura de la edificación .....	117
Ilustración 77. Reducción en el dimensionamiento del sistema de producción de frío debido al aprovechamiento de los TABS. ....	118
Ilustración 78. Diseño interior sede IDOM, Madrid. ....	119
Ilustración 79. Diseño interior sede IDOM, Madrid. ....	119
Ilustración 80. TABS en un proyecto de oficinas existente.....	120
Ilustración 81. Pilotes termoactivos.....	121
Ilustración 82. Sistemas TAF.....	122
Ilustración 83. Diseño cimentación termoactiva. ....	123
Ilustración 84. Pilotes y Micropilotes Geotérmicos. ....	125
Ilustración 85. Geotermia.....	126
Ilustración 86. Construcción sostenible. ....	127
Ilustración 87. Ahorro energético. ....	127
Ilustración 88. Energía renovable. ....	128
Ilustración 89. Energía limpia.....	128
Ilustración 90. Energía económica.....	129
Ilustración 91. Eficiencia energética. ....	129
Ilustración 92. Conducción, convección y radiación. ....	130
Ilustración 93. Conductividad térmica.....	130
Ilustración 94. Permeabilidad. ....	131
Ilustración 95. Bomba de calor. ....	132
Ilustración 96. Sondas geotérmicas.....	133
Ilustración 97. Diseño básico de un banco de pruebas para bombas de calor agua-aire de baja potencia a escala de laboratorio. Universidad Pontificia Bolivariana. ....	135
Ilustración 98. Uso de energía geotérmica en edificaciones.....	136
Ilustración 99. Captadores horizontales.....	137
Ilustración 100. Colectores horizontales y verticales. ....	139
Ilustración 101. Conductividad y capacidad térmicas volumétrica. ....	140
Ilustración 102. Catálogo de productos. Sistemas Raugeo para la captación geotérmica. ....	141
Ilustración 103. Catálogo de productos. Sistemas Raugeo para la captación geotérmica. ....	142
Ilustración 104. Catálogo de productos. Sistemas Raugeo para la captación geotérmica. ....	143
Ilustración 105. Perfil estratigráfico típico de Barranquilla. ....	145
Ilustración 106. Velocidad del viento promedio de Barranquilla.....	146
Ilustración 107. Zonificación geotécnica de Cartagena. ....	147
Ilustración 108. Velocidad del viento de Cartagena. ....	148
Ilustración 109. DCEE por equipos de aire acondicionado. ....	150
Ilustración 110. DCEE por consumo total de energía. ....	151
Ilustración 111. Consumo de energía por aire acondicionado. ....	152
Ilustración 112. Composición uso final de energía Bancolombia Sucursal Bulevar 54.....	153
Ilustración 113. Tarifas 2020 Electricaribe.....	154

Ilustración 114. Logotipo GEOTABS. ....	155
Ilustración 115. Bomba de calor. ....	156
Ilustración 116. Especificaciones Ecogeo HP. ....	157
Ilustración 117. Sonda geotérmica ALB. ....	158
Ilustración 118. Características sonda geotérmica. ....	158
Ilustración 119. Pie de sonda. ....	159
Ilustración 120. Características pie de sonda. ....	159
Ilustración 121. Distanciador. ....	160
Ilustración 122. Características distanciador. ....	160
Ilustración 123. Válvula reguladora de presión. ....	160
Ilustración 124. Arqueta de distribución. ....	161
Ilustración 125. Tubería de HDPE. ....	162
Ilustración 126. Carcasa protección PVC. ....	163
Ilustración 127. Colectores ....	163
Ilustración 128. Termomanómetro. ....	164
Ilustración 129. EDT. ....	166
Ilustración 130. Flujograma de producción. ....	168
Ilustración 131. Layout piso 1. ....	169
Ilustración 132. Layout piso 2. ....	170
Ilustración 133. Proceso de recepción del material. ....	175
Ilustración 134. Diseño de sondas geotérmicas en el pilote. ....	176
Ilustración 135. Pruebas en las sondas. ....	176
Ilustración 136. Pruebas de estanqueidad y presión. ....	177
Ilustración 137. Instalación de sondas. ....	177
Ilustración 138. Caudales de purgado de tubería. ....	178
Ilustración 139. Ensayo de temperatura del suelo. ....	180
Ilustración 140. Formula SEER. ....	182
Ilustración 141. Formula EER geotermia. ....	182
Ilustración 142. Cuadro psicométrica Barranquilla. ....	184
Ilustración 143. Tabla de aceptación Barranquilla. ....	185
Ilustración 144. Cuadro psicrométrica. ....	186
Ilustración 145. Tabla de aceptación. ....	187
Ilustración 146. Diseño primera planta prototipo. Design Builder. ....	188
Ilustración 147. Diseño segunda planta prototipo. Design Builder. ....	188
Ilustración 148. Diseño tercera planta prototipo. Design Builder. ....	189
Ilustración 149. Diseño edificación prototipo vista 1. Design Builder. ....	189
Ilustración 150. Diseño edificación prototipo vista 2. Design Builder. ....	190
Ilustración 151. Simulación cargas térmicas variable ventanas cerradas y aire acondicionado. ....	191
Ilustración 152. Simulación cargas térmicas variable 1 confort térmico. ....	192
Ilustración 153. Simulación cargas térmicas variable 1 consumo energía eléctrica. ....	192
Ilustración 154. Simulación cargas térmicas variable ventanas abiertas y aire acondicionado. ....	193
Ilustración 155. Simulación cargas térmicas variable 2 confort térmico. ....	194
Ilustración 156. Simulación cargas térmicas variable 2 consumo energía eléctrica. ....	194
Ilustración 157. Simulación cargas térmicas variable ventanas abiertas sin aire acondicionado. ....	195

Ilustración 158. Simulación cargas térmicas variable 3 confort térmico.....	196
Ilustración 159. Simulación cargas térmicas variable 3 consumo energía eléctrica.....	196
Ilustración 160. Emisiones CO2 variable 1.. .....	197
Ilustración 161. Emisiones CO2 variable 2.. .....	198
Ilustración 162. Emisiones CO2 variable 1. ....	198
Ilustración 163. Organigrama COLTABS S.A.S.....	209
Ilustración 164. Logotipo GEOTABS. ....	212
Ilustración 165. Sistema TABS en losa de cimentación y sistema estructural. ....	213
Ilustración 166. Sistema TABS. ....	214
Ilustración 167. Descripción del producto UPONOR.....	214
Ilustración 168. Distribución de pilotes y sondas geotérmicas.....	215
Ilustración 169. Madimack TABS. ....	217
Ilustración 170. Sistema de monitoreo para el sistema TABS empresa Thermia.....	217
Ilustración 171. Resultados encuestas.....	220
Ilustración 172. Resultados encuestas.....	220
Ilustración 173. Resultados encuestas. ....	221
Ilustración 174. Potencial energía geotérmica. ....	222
Ilustración 175. Componentes del costo global durante 30 años para los tres escenarios en los casos de (a) 24, (b) 18, (c) 12, (d) 6 y (e) 3 ocupantes. En las columnas de la derecha, se muestra el peso del valor residual en el costo global. ....	225
Ilustración 176. Costos iniciales comparativo.. .....	226
Ilustración 177. Presupuesto de sistemas de climatización geotérmico. ....	227
Ilustración 178. Rango de precios.....	229
Ilustración 179. Forma de pago del producto. ....	231
Ilustración 180. Expositores Expoacaire. Tomado de: <a href="https://acaire.org/expoacaire/">https://acaire.org/expoacaire/</a> .....	233
Ilustración 181. Sitio web Acaire. Clasificados. Tomado de: <a href="https://acaire.org/expoacaire/">https://acaire.org/expoacaire/</a> .....	234
Ilustración 182. Análisis de costos del producto. Tomado de: (Valencia, 2014).....	236
Ilustración 183. Mapa de sedes y distribuidores UPONOR. Tomado de: <a href="http://www.uponor.es">www.uponor.es</a> .....	238
Ilustración 184. Caracterización de transporte y distribución de materiales de construcción. Tomado de: Análisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta en 3D. Rodrigo A. Gómez M., 2011.....	240
Ilustración 185. Gráfica flujo de caja COLTABS.. .....	256
Ilustración 186. Utilidades por distribuir año 1. ....	262
Ilustración 187. Tasa Interna de Retorno COLTABS. ....	264
Ilustración 188. Resultados análisis económicos y financieros COLTABS.....	266
Ilustración 189. Cronograma listado de actividades. ....	282
Ilustración 190. Cronograma del proyecto.....	286

**Tabla de anexos**

Anexo 1. Análisis de mercado. Entrevista Ing. Juan Duarte, Representante legal de la constructora Anjema Diseño y Construcción S.A.S. ....	43
Anexo 2. Análisis de mercado. Entrevista 2 Ing. Juan Duarte .....	52
Anexo 3. Análisis de mercado. Entrevista Frecuencia de consumo. ....	67
Anexo 4. Análisis de la competencia – Entrevista Ing. Juan Duarte. ....	73
Anexo 5. Ficha Técnica GEOTABS. ....	155
Anexo 6. Diagrama de Gantt. ....	165
Anexo 7. Flujograma ciclo de producción GEOTABS. ....	167
Anexo 8. Layout COLTABS. ....	169
Anexo 9. Entrevista Mecanismos de atención a clientes. ....	218
Anexo 10. Encuesta precio de venta. ....	227
Anexo 11. Plan económico y financiero COLTABS. ....	243
Anexo 12. Formulario RUES COLTABS S.A.S. ....	288

## Capítulo 1

### Resumen Ejecutivo

#### 1.1 Concepto del Negocio

**Nombre Empresa:** COLTABS S.A.S.

Empresa pionera en el país en la implementación de sistemas de climatización termoactivos, aportando a la construcción de edificaciones más innovadoras y sostenibles, ubicada en la ciudad de Barranquilla, Colombia.

**Producto:** GEOTABS - Sistemas de climatización termoactivos

Consiste en una red de tuberías que se introducen en la cimentación del edificio, que absorben energía del suelo y la conducen al interior de la edificación para el enfriamiento de los espacios. Este sistema permite la climatización del edificio a través de bombas de calor que ahorran hasta un 80% de energía y costos por consumo.

**Promotores:**

Karen Lorena Ospina Quiroga

Rosa Angelica Téllez Sanabria

**Clientes:** Grandes y medianas empresas constructoras que desarrollen proyectos de edificaciones de uso empresarial.

**Consumidor:** Trabajadores, administradores, personal en general, visitantes, proveedores y entre otros, de edificaciones de uso empresarial.

**Inversión:**

INVERSIÓN	PORCENTAJE	VALOR
Socios	25%	\$ 317.097.522
Otras fuentes de financiación	75%	\$ 951.300.000
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 1.268.390.087</b>

Tabla 1. Resumen inversión. Fuente propia.

**Unidad de medida del producto:** Metros lineales de sonda geotérmica

**Precio de venta:** \$215.713 c/ml

**Unidades de venta primer año:** 11.760 ml

**Proyección de ventas a 5 años:**

Año	1	2	3	4	5
Ventas Netas	\$ 2.536.780.174	\$ 2.663.619.183	\$ 2.796.713.857	\$ 2.936.495.621	\$ 3.083.395.902
Unidades	11.760 ml	12.348 ml	12.965 ml	13.613 ml	14.294 ml

Tabla 2. Resumen proyección de ventas 5 años. Fuente propia

**Tasa Interna de Retorno:** 20,64%

**Periodo de Recuperación:** 4 años

## 1.2 Potencial del mercado en cifras

El mercado de construcción de oficinas en las ciudades de Barranquilla y Cartagena actualmente es cubierto por un estimado de 80 empresas constructoras grandes y medianas, de las cuales se pretende abarcar como clientes el 15%, es decir un total de 12 empresas.

La inversión inicial del proyecto será de \$1.268.390.087, requerida para la ejecución de las actividades de la empresa de los siguientes seis meses al inicio de sus operaciones.

Se determinó un aporte de los socios del 25% equivalente a \$ 317.097.522 con una representatividad del 50% por cada uno de los socios, y un 75% proveniente de otras fuentes de financiación equivalentes a \$ 951.300.000.

## 1.3 Ventaja competitiva y propuesta de valor.

COLTABS S.A.S tiene una ventaja muy importante respecto a su competencia, ya que somos una compañía pionera en el país en la implementación de sistemas de climatización termoactivos, aportando a la construcción de edificaciones más innovadoras y sostenibles.

El valor agregado de nuestro producto se enfoca en ser los pioneros de esta tecnología que aún no se implementa en el país, así como brindar al cliente una asesoría integral de prefactibilidad en ahorro energético del proyecto, es decir, contemplar en este estudio de prefactibilidad diferentes disciplinas que permitirán un ahorro energético considerable a la edificación a nivel del proyecto, como el arquitectónico, ambiental, de ingeniería y construcción.

También incluye una asesoría integral durante la ejecución del proyecto, y posteriormente un servicio de mantenimiento preventivo al Sistema de Climatización Termoactivo instalado, realizando un continuo seguimiento y monitoreo al funcionamiento al sistema HVAC.

## **Capítulo 2**

### **La Empresa**

#### **2.1 Nombre de la Empresa**

COLTABS es el acrónimo de COLOMBIA TABS S.A.S., que hace referencia a la primera empresa en Colombia dedicada a la comercialización e instalación de sistemas de climatización termoactivos en inglés “Thermally Activated Building System (TABS)”, del cual se deriva la segunda palabra del nombre de la empresa.

#### **2.2 Actividad de la Empresa**

##### **2.2.1 Sector productivo en que se encuentra la empresa.**

El sector productivo en el cual se ubica COLTABS S.A.S. se encuentra enmarcado en la Clasificación de Actividades Económicas con el código CIIU 4322 Instalaciones de fontanería, calefacción y aire acondicionado, que comprende la instalación de sistemas de fontanería, calefacción y aire acondicionado incluyendo las actividades de modificaciones, mantenimiento y reparación.

Esta actividad incluye la instalación en edificios de sistemas de calefacción, equipos y conductos de ventilación, refrigeración o aire acondicionado y la instalación de los conductos necesarios para el sistema. Y el código 3530 que comprende el Suministro de vapor y aire acondicionado.

##### **2.2.2 Clientes a quienes se dirige.**

Empresas del sector de la construcción grandes y medianas, ubicadas en Colombia que desarrollen proyectos constructivos de edificaciones de uso empresarial en las ciudades de Barranquilla y Cartagena.

### **2.3 Visión y Misión.**

#### **Misión:**

Realizamos diseños, construcción e instalación de sistemas de climatización termoactivos, creando edificaciones más innovadoras y sostenibles. Para lograrlo, contamos con un equipo humano que se caracteriza por sus destrezas y conocimientos en la industria de la construcción garantizando el óptimo desempeño de nuestra organización.

Nuestra empresa tiene una alta responsabilidad social, tenemos una gran oportunidad para que a través de la forma como hacemos y enfocamos nuestro trabajo, transformemos nuestro entorno, el de nuestros clientes y trabajadores.

#### **Visión:**

COLTBAS S.A.S. para el año 2025 será una compañía líder en el sector de la climatización sostenible de edificaciones con presencia nacional, orientada a ofrecer servicios de calidad que protejan el medio ambiente, compitiendo exitosamente en la industria, siempre enmarcando nuestros objetivos a satisfacer las necesidades de nuestros clientes, obteniendo reconocimiento y contribuyendo al desarrollo sostenible del país.

### **2.4 Objetivos de la empresa**

Ofrecer servicios de alta calidad con enfoque a la preservación ambiental, optimizando los recursos mediante la reducción del consumo energético que demandan los sistemas de climatización de las edificaciones en las ciudades de Barranquilla y Cartagena, con el fin de garantizar la rentabilidad de la compañía y generar un valor social y ambiental.

## 2.5 Razón social y logo



Ilustración 1. Logotipo COLTABS

El logotipo fue inspirado en las formas onduladas que representan la temperatura, en este caso la climatización de la edificación que junto con el juego tipográfico marcan una distinción notable y atractiva en la organización.



Ilustración 2. Fuente logotipo

El diseño tipográfico con fuente Arial, pretende generar impacto al ser visualizado, y a su vez resaltar la imagen que acompaña al nombre de la empresa COLTABS.

### **Colores corporativos:**

La utilización del color azul y lila expresan sensación de confort, tranquilidad, limpieza, pureza, calidez y equilibrio en los espacios, son colores agradables para la vista y se asociación a la temperatura. El uso de los colores corporativos es permitido combinarse con otras tonalidades como lo es el color gris, morado y blanco, cuando se requiera utilizar en diferentes documentos.

### Usos de Colores Permitidos.

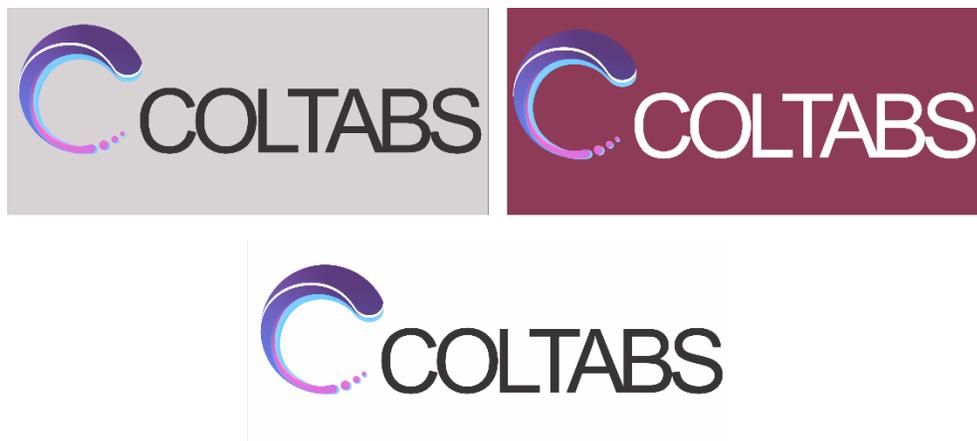


Ilustración 3. Colores permitidos logotipo

## 2.6 Referencia de los promotores

**Rosa Angélica Téllez Sanabria / Directora de Proyectos:** Tecnóloga en Administración y Ejecución de construcciones, cursando decimo semestre del programa de Construcción y Gestión en Arquitectura, con amplios conocimientos y experiencia en la ejecución y dirección de proyectos de construcción, diseño e instalación de redes hidrosanitarias, eléctricas y sistemas de climatización.

**Karen Lorena Ospina Quiroga / Directora de diseño:** Tecnóloga en Administración y Ejecución de construcciones, cursando decimo semestre del programa de Construcción y Gestión en Arquitectura, con una amplia experiencia en el sector de la construcción desempeñando funciones del área de diseño de instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, redes de protección contra incendio y redes de climatización, de proyectos de oficinas y vivienda.

## 2.7 Localización de la empresa.

Las instalaciones operativas y administrativas de COLTABS S.A.S se encuentran ubicadas en la ciudad de Barranquilla en el sector de la vía 40 en el Parque Comercial e Industrial vía 40. Este comprende de una bodega de 500m<sup>2</sup>, para el almacenamiento de los materiales, herramientas y equipos de la empresa y un área de oficinas de 160m<sup>2</sup>, para el desarrollo de las labores administrativas y comerciales.



Ilustración 4. Localización COLTABS S.A.S. Tomado de: Google Maps

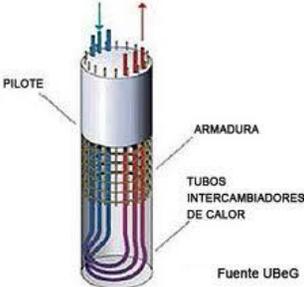
## Capítulo 3

### Identificación de Producto o Servicio

#### 3.1 Presentación

Los sistemas de climatización termoactivos para edificaciones consisten en una tecnología implementada en la cimentación y estructura de la edificación; a través de un circuito de tuberías en los cuales circula agua, incorporados en los elementos estructurales de la cimentación como pilotes, placas de cimentación o pantallas que permiten el aprovechamiento de la temperatura del terreno y el subsuelo para obtener energía geotérmica, y en los elementos estructurales de la edificación como vigas, columnas y losas de entrepiso para aprovechar la inercia térmica que produce el concreto.

#### 3.2 Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA
<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO</b>
<p>El sistema de climatización termoactivo aprovecha la inercia térmica del suelo a través de la instalación circuitos de tuberías en la estructura del edificio, por los cuales circula agua con refrigerantes obteniendo la energía necesaria que se calentará o enfriará previamente según se desee, esta energía será almacenada en una bomba de calor y se libera de acuerdo con las necesidades de la edificación.</p>
 <p>El diagrama muestra un pilar cilíndrico (pilote) con una armadura de refuerzo de concreto. Dentro del pilote, se encuentran tuberías intercambiadoras de calor que se conectan a una fuente de energía geotérmica (Fuente UBeG). Las tuberías están representadas por líneas de colores (rojo, azul, verde) que se entrelazan con la armadura.</p>
<p>Ilustración 5. Tomado de: <a href="http://www.greenbarcelona.com/">http://www.greenbarcelona.com/</a></p>
VENTAJAS
<p>Dentro de las ventajas del Sistema de climatización termoactivo encontramos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ahorro energético.</li> <li>● Reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>.</li> <li>● Facilidad en cuanto a la instalación y mantenimiento.</li> <li>● Ambientes dentro de la edificación más saludables y confortables.</li> <li>● Reducción en costos de mantenimiento y por consumo de energía eléctrica.</li> </ul>

<b>ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA</b>	
1.	Bomba de calor
2.	Sonda geotérmica ALB de captación vertical, PE 100-RC Y PE 100-RT.
3.	Pie de sonda
4.	Distanciador
5.	Válvula reguladora de presión
6.	Arqueta de distribución
7.	Tubería de HDPE
8.	Carcasa protección PVC
9.	Colectores
10.	Termo-manómetro
<b>GARANTIA DEL PRODUCTO:</b>	
La garantía del producto se divide en dos, la instalación y los materiales.	
Para la instalación la garantía es de:	
· 2 AÑOS	
Para los materiales la garantía es de:	
· 5 AÑOS	
<b>EMPAQUE:</b>	
No requiere empaque	
<b>TIEMPO DE INSTALACIÓN</b>	
El tiempo requerido para la instalación del sistema de climatización depende de las dimensiones del proyecto y la programación que se tenga en la ejecución en cuanto al capítulo de cimentación y estructura.	

Tabla 3. Ficha Técnica resumen

### 3.3 Línea de Investigación

El proyecto está basado en la LINEA 13. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE – CLIMATIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN, ya que se analizará la funcionalidad de los sistemas de climatización termoactivos en edificaciones de uso empresarial con los cuales se pretende disminuir el consumo energético que demanda la edificación para la realización de sus actividades, contribuyendo así con el impacto ambiental que los sistemas de climatización tradicionales generan.

## Capítulo 4

### Estudio de Mercado

#### 4.1 Análisis del Sector

##### 4.1.1 Condiciones del entorno global de la empresa.

###### *4.1.1.1 Condiciones socio demográficas*

En julio de 2018 CAMACOL realiza un informe sobre la capacidad de compra y acceso a la vivienda formal (CAMACOL, 2018) siendo la vivienda uno de los mercados de la construcción que mayor demanda tiene, debido a la migración rural hacia áreas urbanas y por supuesto el crecimiento de la población, toda vez que América Latina representa uno de los mayores porcentajes de necesidades habitacionales con un 17,3%, encontrándose en un nivel superior si se compara con Estados Unidos que tiene un 12,7% de necesidades habitacionales.

Para el periodo 2010-2015 Colombia tuvo un desarrollo importante respecto a la construcción de viviendas, lográndose construir medio millón de viviendas de interés social, aunque cabe resaltar que aún hace falta bastante para mejorar las condiciones de accesibilidad. Se realiza un análisis de la capacidad de compra de vivienda en función de dos factores; el primero es el coyuntural que hace referencia a las tasas de interés de las condiciones de financiamiento, la confianza del consumidor y la generación de empleo, el segundo se trata de los factores estructurales que se refiere a la carga financiera, el plazo de la cuota inicial y el ingreso promedio de las personas, los cuales influyen de manera significativa en la situación actual sobre la compra de vivienda.

De igual manera, se muestra que durante el periodo 2010-2016 el precio promedio del m<sup>2</sup> de vivienda ha crecido en una tasa del 6,8% nominal anual, de manera que en el informe se crea un indicador que muestra la relación del precio del metro cuadrado de una unidad habitacional y el ingreso promedio de un hogar en área urbana, obteniendo como resultado un decrecimiento del 9%, es decir, no hubo un mayor crecimiento de los hogares

en Colombia pero sí un aumento en los precios del metro cuadrado, como se muestra en la siguiente gráfica.

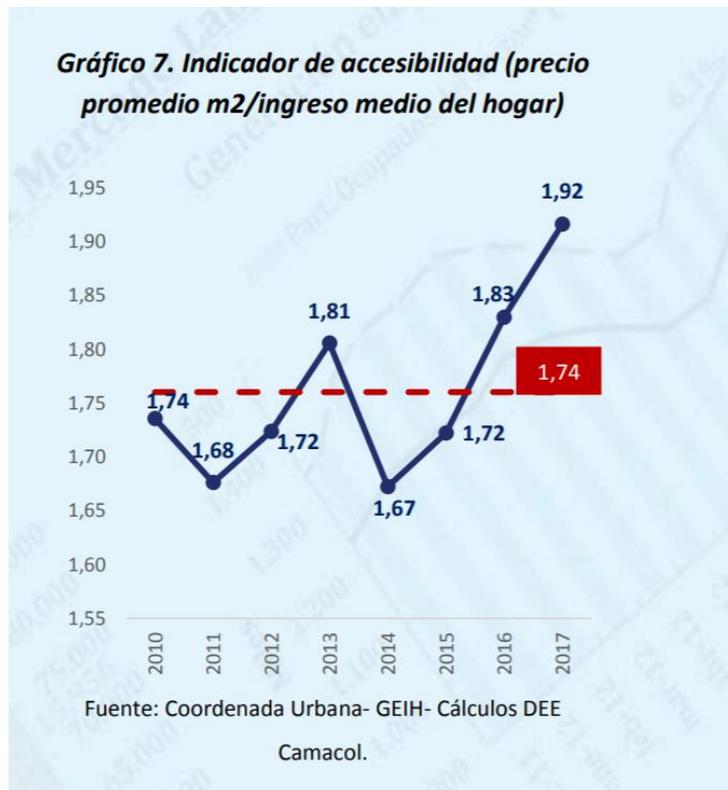


Ilustración 6. CAMACOL. (2018). Capacidad de compra y acceso a la vivienda formal

CAMACOL en su Análisis del contexto económico del sector de la construcción del año 2019 (Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL, 2019) muestra que la tendencia del crecimiento anual del sector de la construcción se encuentra influenciados por el comportamiento de los subsectores de construcción de obras civiles, construcción de edificaciones y actividades especializadas, identificando que la construcción de edificaciones fue el que mayor fluctuación presentó llegando a valores negativos en el año 2017 si se compara con el año 2006.

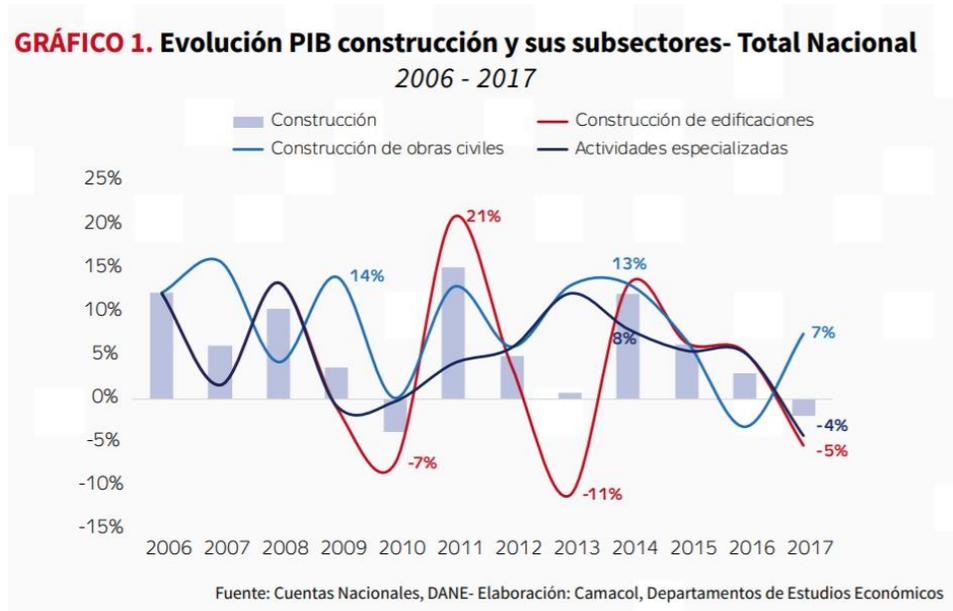


Ilustración 7. Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (2019). Análisis del contexto económico del sector de la construcción.

En ese sentido, las regiones del país que mayor crecimiento en los últimos años han presentado son Valle del Cauca y Nariño, con un 2% y 1% respectivamente, seguido de Antioquia y Cundinamarca, respecto al volumen de actividad que ha demandado el sector. También se puede evaluar las tendencias de consumo, de acuerdo con el número de licencias de construcción aprobadas, en donde se registraron un crecimiento de licenciamiento de vivienda en los departamentos de Quindío, Cauca, Nariño, Magdalena y Atlántico.

En cuanto a las edificaciones no residenciales se registraron datos del 2009 al 2018 en 88 municipios de Colombia en la construcción de edificios de oficinas, industria y bodegas, comercio y hoteles, y otros, registrando un crecimiento del 18,1% para los edificios de oficinas y un 5,3% para otros destinos, así como se registró una gran contracción en la construcción de industria y bodegas con un 36,2%, seguido del subsector de comercio y hoteles con una baja del 4,4% anual.

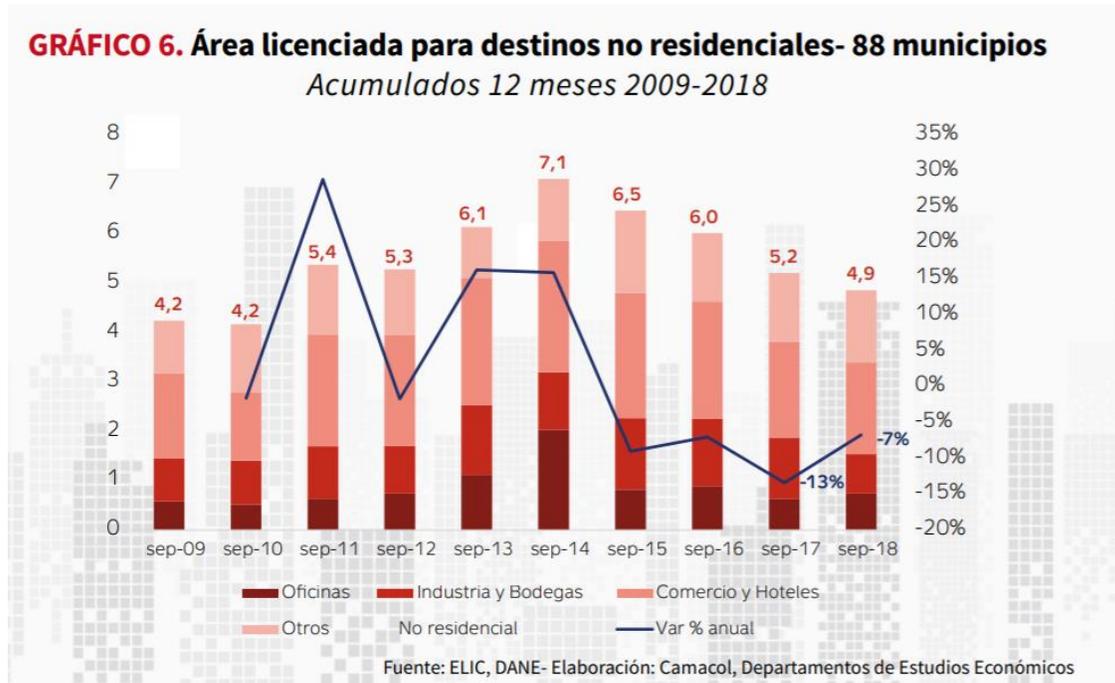


Ilustración 8. Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (2019). Área licenciada para destinos no residenciales 2009 - 2018.

De acuerdo con el informe de actividad edificadora del Departamento de Estudios Económicos y Técnicos de CAMACOL (CAMACOL, 2019), muestra la producción de concreto para edificaciones residenciales y no residenciales, en la cual se encontró que el 48,8% de la producción de concreto se destinó a la construcción de vivienda, un 25,3% a edificaciones y un 25,1% a las obras civiles. Así mismo, otro factor que incide sobre las tendencias de consumo en el sector de la construcción es la confianza del consumidor, que de acuerdo con Fedesarrollo en febrero de 2019 se registró un porcentaje de -5,6%, analizando que el consumidor considera que no es un buen momento para adquirir vivienda con un 3%, 9 puntos debajo del año anterior y debajo del promedio histórico. A pesar de ello, la percepción sobre adquisición de vivienda tuvo puntos positivos en ciudades como Barranquilla y Cartagena.

La tendencia de consumo en la industria constructora más específicamente en la construcción de edificaciones de uso empresarial ha sido favorable en los últimos dos años y se pretende que continúe su crecimiento. Las nuevas ideas de negocios hacen que los

empresarios no se centren en un solo lugar, sino que requieran de nuevos espacios dependiendo de donde quiera implementar sus productos o servicios, logrando que se ejecuten nuevos proyectos de edificaciones y la industria de la construcción mantenga un crecimiento y brinde estabilidad a las compañías que se dedican a ejecutar dichos proyectos.

#### *4.1.1.2 Condiciones culturales.*

Según el trabajo de Investigación desarrollado por Carlos Prestan sobre Sector industrial en Colombia – Sub sector Construcción (Prestan, 2017); el sector de la construcción en Colombia ha tenido gran importancia en los últimos años, ya que ha logrado ser una de las actividades con mayor dinamismo, contribuyendo en gran parte con la economía del país. Tanta es la influencia del sector de la construcción que la mitad de los sectores que aportan a la productividad del país se relacionan con la industria edificadora, siendo así un elemento básico en el desarrollo del entorno económico.

Muchas de las empresas en el país se relacionan directa o indirectamente con el sector de la construcción, compañías como fabricantes de insumos, materiales o productos se benefician con comportamiento positivo de la industria. El sector ha presentado momentos prolongados de crecimiento y decrecimiento, lo cual está relacionado en su totalidad con la demanda del producto, las tasas de interés del mercado financiero, la disponibilidad de los recursos financieros y las políticas, normas y leyes que impone el gobierno actual.

Dentro de las características más importantes del sector las cuales conllevan a sus necesidades encontramos:

- “La elevada ciclicidad del sector ha evocado a las constructoras a una etapa de expansión, por tal de garantizar fuentes de ingresos recurrentes.

- Los administradores podrían mejorar la salud del sector reduciendo la volatilidad en la adjudicación de los contratos.
- El afán del crecimiento produce un mayor endeudamiento con los demás sectores”. (Prestan, 2017)

Teniendo en cuenta las características presentadas en el sector, muchos expertos se han referido al tema y han sacado conclusiones respecto a las necesidades principales que se deben tener en cuenta para solucionar el problema del decrecimiento de la industria. El periódico El Espectador en su columna La Opinión (La Opinión, 2019) señala en su artículo “Sector de la construcción necesita un mejor entorno para repuntar” que el sector de la construcción “requiere un mejor entorno para consolidar su recuperación” (La Opinión, 2019) lo que demanda un contexto económico favorable y de crecimiento el cual cumpla con las expectativas de generación de empleo e impulse el mercado y su inversión en edificaciones y vivienda, además de crear perspectivas positivas en la comercialización, lanzamiento y ejecución en los proyectos. Para el logro de estos propósitos es necesario recurrir a la seguridad jurídica la cual debe ejercer mayor control para que se cumplan lo especificado en las licencias de construcción, en las prácticas ambientales y demás normas y disposiciones inmersas en el sector. La reducción de tasas de interés, la recuperación de la confianza de los consumidores y los programas de vivienda propuestos por el gobierno, podrían mantener unos niveles económicos óptimos para la industria.

Las necesidades de la construcción han tenido múltiples opiniones, de acuerdo con el artículo de La Opinión del periódico El Espectador (La Opinión, 2018), indica que el sector presenta problemas en la comercialización y venta del producto, esto debido a que el mercado se ha estado enfocando en estratos 5 y 6, lo que representa una baja demanda ya que en Colombia estos estratos no superan el 20% de la población, y si bien es cierto que este mercado es con más potencial económico su demanda no es suficiente para que el sector tenga suficientes ventas e ingresos.

En conclusión, lo que la industria de la construcción requiere necesariamente para lograr nuevamente su posicionamiento en el mercado con crecimiento económico óptimo,

es que su mercado principal sea orientado a los estratos medios, ya que es ahí donde se concentra la mayor población que necesita con premura una vivienda.

Cubrir las necesidades que demandan al sector de la construcción es muy favorable para las compañías que tienen la capacidad de ofrecer un producto o servicio que garantiza la satisfacción del usuario, ya que es un mercado con amplias posibilidades y que a su vez es creciente, teniendo en cuenta que las edificaciones hacen parte de una necesidad básica y fundamental del ser humano como lo es resguardo y la seguridad. Los cambios en la industria logran que esta necesidad sea persistente y que no desaparezca, las nuevas tendencias de consumo y las tecnologías generan nuevas necesidades que a su vez se convierten en posibilidades de ampliar el mercado de la industria constructora.

#### *4.1.1.3 Condiciones económicas.*

De acuerdo con el análisis realizado por el DANE (DANE, 2019), los resultados del PIB (Producto Interno Bruto) arrojados no son satisfactorios para la industria de la construcción en Colombia, aunque si bien el PIB tuvo un crecimiento constante del 2,8% en el primer trimestre del año, el sector de la construcción tuvo una decadencia del 5,6%, donde su principal descenso tuvo lugar en subsectores como las edificaciones residenciales y no residenciales, además de las actividades especializadas.

Para Colombia el análisis general del PIB presenta cifras positivas comparadas con otros países de América Latina, en primer lugar, con 2,8% y seguido de Perú con 2,3%. Resultados que para el sector constructor no fueron tan beneficiosos ya que es el país con más decrecimiento.

Aunque es un resultado poco alentador para la industria Constructora este no es un dato desconocido en el país, ya que estas variaciones negativas se han venido presentando años anteriores. El Instituto de Desarrollo Urbano IDU en su Estudio económico del sector de la construcción (Instituto de Desarrollo Urbano IDU, 2017), ha venido decreciendo y creciendo, para el 2010 tuvo un crecimiento del 4% resultado que se superó indiscutiblemente al año siguiente en 2011 donde tuvo quizá su mayor crecimiento con un 6,6% siendo una de las industrias más influyentes en el resultado general del PIB del país,

resultado que no tuvo lugar positivo al siguiente año con un decrecimiento del 2,2% y para el 2012 se terminó con un 4,0%. La caída con más relevancia se tuvo en 2016 con un 2,0% reportado para este año.

El sector de la construcción ha venido presentado una variación negativa ya que según la Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL (CAMACOL, 2019) la adquisición de vivienda nueva ha reducido la demanda notablemente en los últimos años, el primer periodo de 2019 las ventas de vivienda fueron de 171.675 unidades en 12 meses, es decir el acumulado de marzo de 2018 a marzo de 2019, reduciendo las ventas en un 1,9% 3.246 unidades menos. De igual forma, los lanzamientos tuvieron un 12,6 % 21.061 unidades menos al año anterior, cifra que preocupa cada vez más al sector.

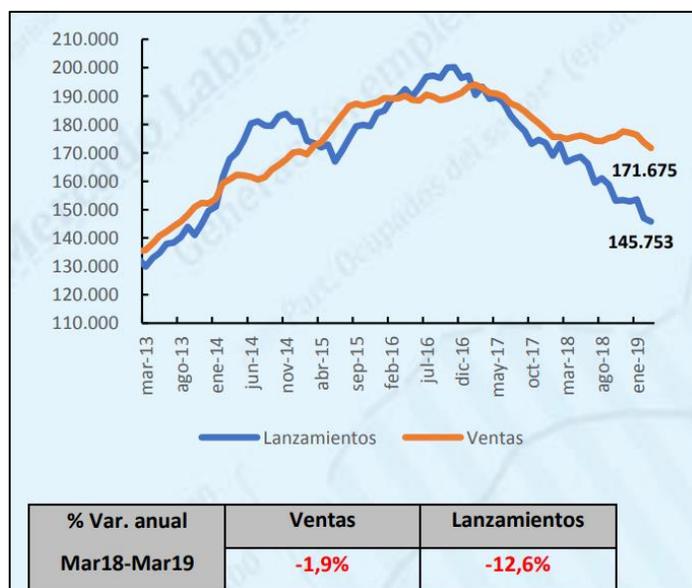


Ilustración 9. CAMACOL. (2019). Balance del primer trimestre de 2019

Los resultados de los análisis realizados al sector de la construcción concluyen con la necesidad de un monitoreo constante al sector, ya que el decrecimiento del PIB es inquietante y desfavorable para para el sector y preocupa las futuras cifras, produciendo desajustes en el mercado, alertas en los indicadores de riesgos y finalmente perjudicar irremediabilmente la economía de la industria edificadora.

Por lo anterior el resultado del PIB puede ser favorable o desfavorable para las empresas, ya que de este depende la actividad económica y a su vez el crecimiento en las ventas del producto ofrecido, llegando a ser una compañía con estabilidad económica que sustente sus gastos y genere empleabilidad volviendo al ciclo de la economía, esto teniendo en cuenta que el PIB depende del éxito de las compañías independientemente del sector al cual pertenezca.

En los últimos años el sector de la construcción ha tenido un decrecimiento que claramente afecta a las compañías pertenecientes a este, se espera que para los próximos 2 años el crecimiento sea satisfactorio y el PIB mantenga cifras favorables para la industria constructora.

#### *4.1.1.3 Condiciones políticas.*

Respecto a las condiciones políticas del sector de la Construcción, es importante mencionar que el estado tiene el deber de velar por las necesidades básicas de los ciudadanos, a través de mecanismos para su gestión como lo son los programas gubernamentales enfocados a vivienda y el Plan Nacional de Desarrollo, que define políticas públicas para promover en este caso la construcción en el país y gestionar los recursos de manera adecuada.

La construcción de vivienda en Colombia ha sido uno de los elementos más relevantes, para lo cual el gobierno ha implementado programas de promoción e incentivos que permitan brindar un acceso a la vivienda a toda la población, estas pretenden brindar una vivienda digna especialmente a la población más vulnerable del territorio. Dentro de los programas más importantes se encuentran los Subsidios de vivienda familiar como unidad administrativa especial, subsidios familiares de las Cajas de compensación, ahorro programado para de compra de vivienda y el sistema de vivienda de interés social.

Para la industria de la construcción, el Sistema de interés social influye de manera directa para el crecimiento del sector, teniendo en cuenta la población más vulnerable del país, de manera que según el reporte del DANE sobre vivienda VIS y no VIS (DANE, 2020), para el tercer trimestre de 2019 se construyeron 7.006.814 m<sup>2</sup> que corresponden al

25,2% de la construcción de vivienda en el país. En ese sentido, se realiza un análisis que muestra que los programas gubernamentales benefician al sector de la construcción en una cuarta parte de sus ingresos anuales, además de asegurar su ejecución ya que la necesidad de vivienda en el país aumenta, así como sus estrategias para suplir y satisfacer esta necesidad fundamental. (DANE, 2020)

#### *4.1.1.4 Condiciones legales:*

En Colombia existen diferentes entidades que regulan la normatividad aplicable al sector de la construcción, entre estas se encuentran la Corte Constitucional dirigida por el jefe de estado, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Curadurías Urbanas, entre otras. Estas entidades definen la regulación en el sector de la construcción que permite controlar aspectos como el crecimiento acelerado y desorganizado de los departamentos y municipios, ocasionando problemáticas sociales como la inseguridad, movilidad, creación de barrios invasión y enfermedades por falta planeación en las redes sanitarias.

Actualmente, dentro de la normativa más importante se puede resaltar el enfoque hacia la sostenibilidad, teniendo en cuenta que el impacto hacia el medio ambiente es bastante alto, debido a los procesos constructivos que demanda la industria. Una de estas normativas aplicables es la Resolución 0549 del 10 de Julio de 2015 (Ministerio de Vivienda, 2015) dada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la cual tiene como propósito reducir el consumo energético y de agua, se define una clasificación de los usos de las edificaciones y sus respectivas especificaciones técnicas para lograr el objetivo.

Por lo anterior, el sector de la construcción y sus profesionales deben mantenerse actualizados y relacionados con estas normas con el fin de asumir el compromiso de garantizar que los procesos ejecutados se orienten hacia la sostenibilidad y la reducción del impacto hacia el medio ambiente, teniendo en cuenta los procesos desde su planeación hasta el final de su vida útil. Provocar un cambio en la utilización y preservación de los recursos naturales logrará que la industria de la construcción tenga más credibilidad ante el consumidor y los entes reguladores, dejando atrás las malas prácticas y posicionándose

como una industria a favor del medio ambiente. (Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio, 2015)

#### *4.1.1.6 Condiciones tecnológicas*

La innovación en el sector de la construcción es un tema en el cual los entes competentes deben priorizar, ya que es fundamental estar a la vanguardia de nuevas tecnologías, prácticas y materiales para que los procesos optimicen los recursos necesarios.

El artículo del periódico La República sobre Innovación en la construcción (La República, 2017) nos da una idea global de lo que influye la innovación en el sector de la construcción, corroborando que “Innovación en la construcción, una obligación”. Muchos países como EE.UU, Francia, Canadá, entre otros destinan parte de sus recursos económicos a la investigación, tecnología, ciencia y programas que contribuyan a identificar las tendencias e innovación del sector. A diferencia de estos países en Latinoamérica no se destina mayor recurso al tema tratado, Colombia específicamente se niega al cambio que esta innovación trae consigo, seguimos con los materiales, técnicas y tecnología de hace 40 años.

No es un tema nuevo que nuestro país requiere la implementación de nuevas tecnologías, materiales, maquinaria, productos innovadores y cualquier proceso necesario para mejorar nuestra infraestructura, basta con mirar el entorno ara saber que vivimos en el siglo pasado, nuestras vías son un completo desastre, la movilización diaria cada vez es un problema de gran magnitud.

Aunque en los últimos años se ha visto la aparición de nuevos materiales y técnicas constructivas, desafortunadamente para el sector estas han sido rechazadas por parte del gremio, pero sobre todo del consumidor quien se niega rotundamente a adquirir esta innovación y condena al sector edificador a vivir en el pasado. Gran parte del decrecimiento económico del sector se debe a este rechazo, ya que para los grandes inversionistas las prácticas convencionales no son suficientes para los procesos que requiere la industria, por lo tanto desisten a la posibilidad de inversión en el sector.

Además del rechazo que se le ha dado a la innovación, Colombia está aún muy lejos de adquirir tecnologías que garanticen al sector una eficiencia operacional, ya que el desconocimiento de esas tecnologías hace que no se comercialicen y muchos menos que se adquieran, la falta de mano de obra certificada y la experiencia requerida, consiguen que la industria no avance, necesariamente se debe cambiar el pensamiento de que solamente las practicas convencionales son eficientes.

La innovación no solo se refiere a un nuevo invento, sino que debe ser un proceso continuo, debe aplicar nuevas tecnologías y controlar constantemente el producto, logrando así soluciones a los problemas del mercado, en la Revista en Obra sobre “Claves para entender la innovación en el sector constructor” (Revista en Obra, 2018) refiere los tipos de innovación que se presentan en el mercado que son:

- “Innovaciones en los productos: desarrollo de productos con mejores prestaciones.
- Innovaciones en el proceso: mejoras de calidad, eficiencia en la puesta en obra.
- Innovaciones en el sistema de producción: mejoras de rendimientos, fabricación y puesta en obra con nuevos equipos.
- Innovación en el diseño: definición del modelo de cálculo, etc”. (Revista en Obra, 2018)

Es preciso aclarar que la innovación en el sector requiere de una aceptación por parte de los profesionales y usuarios, además se requiere de tiempo suficiente para la aplicación de esta, logrando los resultados deseados.

Así como la tecnología, las técnicas y maquinaria hacen parte fundamental de la innovación, los materias son esenciales para que esta se introduzca en el mercado de una forma más impactante, la empresa Argos (Argos Colombia, 2018), ha identificado productos que gracias a los avances tecnológicos, el mercado posee actualmente. Materiales como Madera ópticamente transparente, pintura solar, cemento luminoso, hidroterápica, entre otros, que buscan no solo ser innovadores, sino además generar ahorro energético, disminuir el impacto ambiental, reciclar materiales y disminuir costos de

producción y distribución. Si la industria logra que la innovación se posea en el mercado esto traerá beneficios importantes para la economía el sector y la del país.



Ilustración 10. Madera transparente. Tomado de: <https://www.ecologiaverde.com/>



Ilustración 11. Asfalto luminoso. Tomado de: <https://milano.repubblica.it/>

La innovación es un factor necesario para cualquier empresa que pretenda expandir sus negocios y tener éxito en su objetivo principal, los materiales, insumos, técnicas y tecnología, logran que los procesos y la fabricación de un producto o servicio sea realizado de manera más ágil, con mejor calidad, optimización de recursos y así innovar en sí mismo. La utilización de la innovación es favorable en las compañías ya que no solo consiguen más producción, sino que logran un reconocimiento en el sector el cual impulsa el negocio y lo hace más visible a los clientes potenciales.

#### 4.1.2 Desarrollo tecnológico e industrial del sector y mercados objetivos.

Conforme al primer balance sobre productividad en el sector de la construcción de la Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL (CAMACOL, 2018), el sector de la construcción ha presentado un patrón bajo en productividad a nivel global, debido a que las tasas de crecimiento de valor agregado por trabajador en el sector presentadas entre los periodos de 1995 a 2015 fueron apenas del 1,0%, teniendo en cuenta que la tasa económica fue apenas del 2,7% se obtuvo una enorme brecha comparándola con el sector de manufactura que obtuvo una tasa de crecimiento del 3,6% anual para el mismo periodo.

En ese sentido, Colombia a nivel internacional en productividad del sector construcción se encuentra dentro de los niveles más deficientes, puesto que además de encontrarse en los resultados más bajos al compararse con otros países, también ha estado decreciendo la productividad en el periodo de 1995 a 2015.



Ilustración 12. CAMACOL. (2018). Un primer balance sobre la productividad en el sector de la construcción

En este estudio internacional de productividad, se analizaron principalmente factores de buenas prácticas en ventas, gestión de la cadena de suministro, contratación, diseño, ejecución, seguridad de los trabajadores, construcción de capacidades y tecnología;

los resultados obtenidos para Colombia respecto a los otros países fueron en algunos aspectos superiores como es el caso del ítem de contratación, que obtuvo 13 puntos por encima de los referentes internacionales con un 60%.

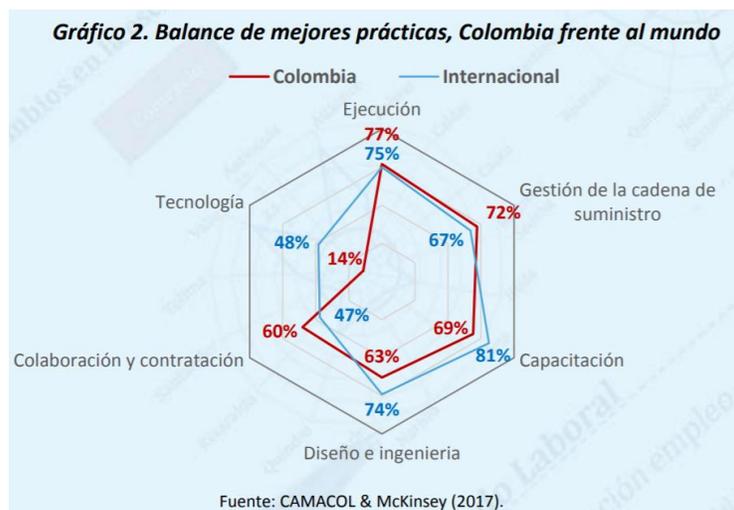


Ilustración 13. CAMACOL. (2018). Un primer balance sobre la productividad en el sector de la construcción

Por otro lado, no se tuvo un resultado tan positivo para las mejores prácticas en diseño e ingeniería y capacitación, debido a no existen unas prácticas respecto al apoyo de expertos al momento de realizar los diseños. Sin embargo, el factor que menor porcentaje tuvo fue el de tecnología con tan solo un 14% frente a un 48% del promedio internacional, lo que representa un bajo nivel de adopción de tecnologías en compañías nacionales en módulos como la colaboración en tiempo real, automatización avanzada, construcción modular, entre otros.

Según un artículo publicado por la empresa Pintuco (Pintuco, 2019), durante el Encuentro Nacional de Perspectiva Económica desarrollado por la Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL a inicios del año 2019, se contó con la participación de organizaciones internacionales como el Fondo Monetario Internacional (FMI), La Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) y el Banco Mundial, quienes pronostican un crecimiento en la economía del país del 3,4% en promedio, además que el

Ministerio de Vivienda estima un crecimiento en el sector de la construcción del 3,7%, señalando que se esperan buenas expectativas en el desarrollo del sector especialmente en las líneas de fábricas de productividad, sistema Terra, formación dual para el sector y construcción digital.

Finalmente, la Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL en diciembre de 2018 publica el balance del mercado y las perspectivas para el año 2019 (CAMACOL, 2019), en el cual se menciona que según el informe del año 2017 sobre el Pronóstico Global del sector Construcción realizado por la firma Timetric, la producción mundial para el año 2016 fue de 8,8 billones de dólares, representando un 2,6% de crecimiento respecto al año anterior, teniendo en cuenta las economías desarrolladas tendrían un crecimiento del 4% mientras que los países en vía de desarrollo sería del 2%.

Según esto, Colombia tendría un crecimiento del 3,2% durante los próximos 5 años, es decir del 2016 al 2021, logrando un buen desempeño para el subsector de la edificación y el de la infraestructura. De acuerdo con las macrotendencias del mercado las principales tendencias a nivel global son la construcción de edificaciones para el mercado de oficinas, con proyecciones de crecimiento en promedio del 1,8% en los próximos dos años, sin embargo, esto no garantiza que se expanda en un gran porcentaje, debido a la re-ocupación de los espacios, disminución en el uso de m<sup>2</sup> por trabajador y tendencias como coworking.

#### **4.1.3 Relación con agremiaciones existentes.**

El gremio de la construcción en Colombia es tan importante como la misma industria, aunque en los últimos años se ha tenido un decaimiento constante, para el 2019 el gremio acciono un plan estratégico para la recuperación. La Revista Dinero (Dinero, 2018) realizo un análisis de lo en que se debía encaminar el gremio y la proyección para el 2019; la estrategia principal para mitigar el daño en la economía de la construcción fue basada en el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) en el cual según Martha Moreno Mesa, Gerente de CAMACOL “Está encaminado a la construcción de ciudades de calidad que viene promoviendo el gremio” (Dinero, 2018), afirma que es una oportunidad para hacer una transformación en significativa en el territorio, además el gremio se enfocó en

las viviendas de interés social (VIS) las cuales fueron causantes del deterioro del sector, donde se ratifica que las exigencias deben ser del doble, no del 20% como dice la ley sino del 40%, además se debe realizar un balance de proyectos de renovación urbana.

El gremio de la construcción en su Informe de Gestión 2018-2019 dio a conocer sus intenciones para la mejora del sector (CAMACOL, 2018), tiene directrices claras que se deben seguir según los objetivos específicos del Sistema integrado de gestión que son:

- “Incrementar el desempeño de los procesos internos, garantizando la satisfacción de los clientes y partes interesadas con los productos y servicios, para el cumplimiento de los objetivos que orienten la gestión.
- Fortalecer la competencia, el bienestar y la gestión del conocimiento de los colaboradores de la organización mediante la cultura de aprendizaje y mejoramiento continuo.
- Fortalecer la comunicación estratégica con las partes interesadas asegurando que los mecanismos aporten valor y se encuentren articulados con el quehacer gremial.
- Prevenir los accidentes y enfermedades laborales, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en el trabajo en los colaboradores de la organización.
- Asegurar la disponibilidad y el uso racional de los recursos para garantizar la continuidad de la operación y la generación de proyectos y actividades estratégicas que impacten los objetivos que orienten la gestión.” (CAMACOL, 2018)

El gremio ha hecho un esfuerzo significativo para que la industria y su economía se reactiven, ha participado en diferentes propuestas, escenarios y discusiones; donde se han expuesto diferentes propuestas para impulsar el desarrollo del sector a como dé lugar, dentro de estas propuestas se han destacado la promoción de proyectos de construcción y seguridad jurídica, construcción de ciudades de calidad, productividad sectorial y planes apoyados por el gobierno como Mi casa ya o Semillero de propietarios que lo que buscan es incentivar el acceso a una vivienda digna y formal, dentro de las cifras presentadas en el Informe de gestión se evidencia en la gráfica a continuación que el 2018 fue un año de recuperación para la industria gracias a la trabajo realizado por las partes interesadas.

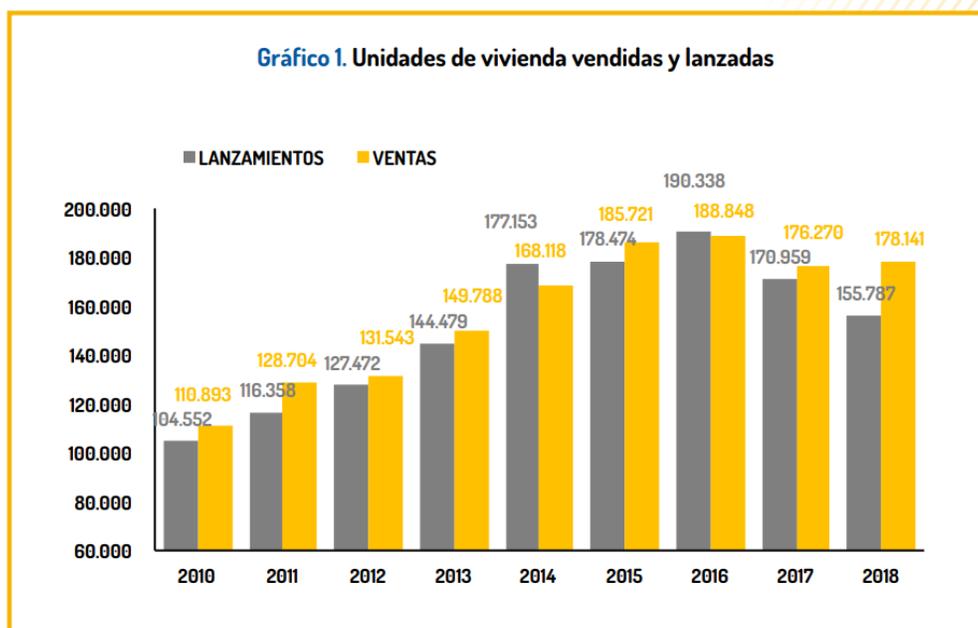


Ilustración 14. CAMACOL. Unidades de vivienda vendidas y lanzadas.

Según CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL, 2019) Análisis del contexto económico del sector de la construcción, los planes del gremio para fortalecer el crecimiento del sector han dado frutos positivos, aunque no como se esperaba inicialmente, para el 3 trimestre del 2018 las ventas no alcanzaban a satisfacer las necesidades de la industria, al contrario del 1 trimestre de 2019 cuando se ejecutó el plan de involucrando las viviendas VIS, donde las ventas crecieron un 3.7% y se espera que al cierre del año las ventas incrementen un 9.9%, esto a las mejoras que se realizaron a la comercialización de la vivienda.

Pertenecer a un gremio cada día se hace más importante para las empresas, ya que estos representan los intereses comunes de la industria, la unión de varias compañías con el mismo objetivo logra un reconocimiento y crecimiento en la economía del país, es favorable ya que las empresas que forman parte del gremio muchas veces tienen más posibilidades de entrar y mantenerse en el mercado, creciendo constantemente y logrando atraer nuevos clientes que aporten a la bienestar del negocio.

## **4.2 Análisis del mercado**

### **4.2.1 Análisis del mercado objetivo y su comportamiento histórico.**

La primera fuente, trata sobre el análisis de mercado del sector de aire acondicionado en Colombia, que en este caso se considera el competidor principal del producto propuesto, en el informe “Plan de negocio empresa aire acondicionado y ventilación mecánica Cooler Ingeniería.” (Espinel & Romero, 2013), en el cual se identifica que las edificaciones nuevas requieren de sistemas de control y manipulación del aire y temperatura, que a su vez van directamente relacionadas con el incremento de la inversión de grandes construcciones, como lo son centros comerciales, oficinas, apartamentos y entre otros. En ese sentido, también se menciona que el presidente de la firma colombiana ACL Refrigeration Industries, Lawrence Loewy, afirmó para la Revista Portafolio, que el cambio climático hace imprescindible el uso de aire acondicionado en las edificaciones, incluso, en ciudades con clima frío.

Los autores enfatizan en la influencia que tiene el protocolo de Kioto sobre cumplir los compromisos respecto a la reducción de los gases de efecto invernadero, los cuales se producen por el uso de aire acondicionado, y de qué manera estas políticas generan la necesidad de cambiar a nuevas tecnologías que sean mucho más eficientes y generen un menor impacto en el ambiente, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos la vida útil de estos equipos de aire acondicionado suele estar entre 10 y 20 años.

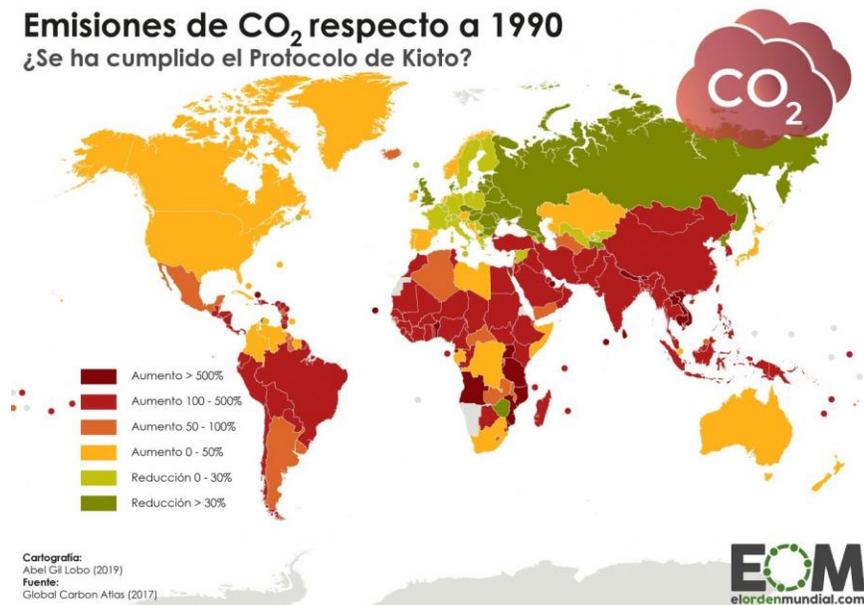


Ilustración 15. Protocolo de Kioto. Tomado de: <https://elordenmundial.com/>

Adicional a esto, el mercado del aire acondicionado se basa en satisfacer necesidades de climatización respecto al suministro de equipos, instalaciones, consultorías y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Cabe aclarar, que el mercado no se ha mostrado muy dinámico frente a la presentación de cambios en cuanto a tecnología y regulación, por lo que en los últimos años el negocio de la climatización de las edificaciones se ha basado en sistemas tradicionales como el aire acondicionado y la ventilación mecánica.

Para soportar la información, los autores desarrollaron una encuesta de 10 preguntas a empresas de diferentes sectores, entre los cuales se pudo identificar que del espacio de trabajo en el que se desarrollan el 69% hace uso de aire acondicionado, como se muestra en la siguiente gráfica:

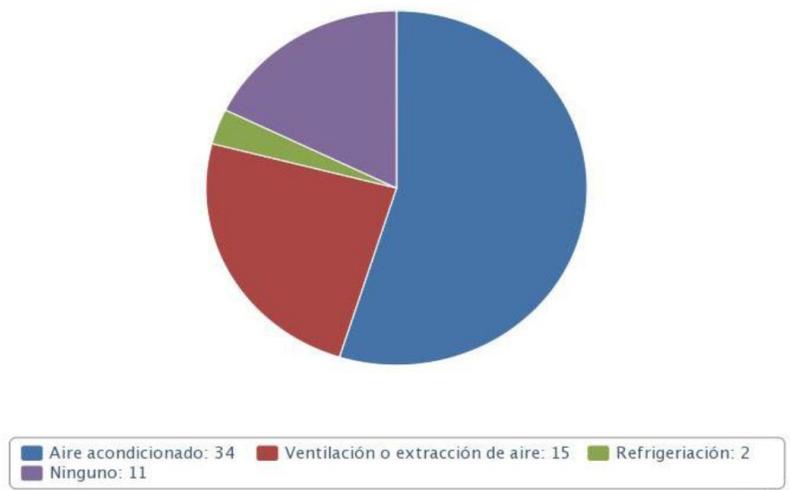


Ilustración 16. Uso de aire acondicionado. Tomado de: Espinel & Romero, 2013

Un 33% se encuentra interesado en adquirir nuevos sistemas de climatización, respecto al tiempo para adquirir el producto un 61% de los encuestados están interesados en adquirir un sistema de en más de un año, un 22% en un periodo de 6 meses a 1 año, y un 18% en un periodo inferior a 6 meses a 1 año. De lo anterior, se destaca que de las empresas que mencionaron estar interesados en adquirir un nuevo sistema de climatización en un tiempo menor a 6 meses corresponden a empresas del sector hotelero, comercio, educación y oficinas.

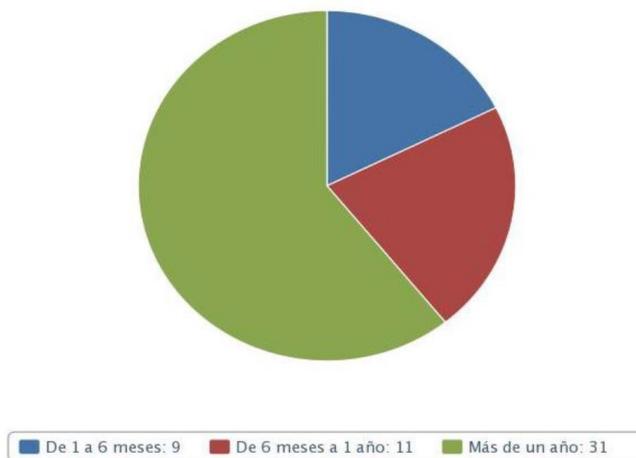


Ilustración 17. Interesados en adquirir nuevos de sistemas de aire acondicionado. Tomado de: Uso de aire acondicionado. Tomado de: Espinel & Romero, 2013

De esta encuesta, también se consulta sobre la cantidad de sistemas de climatización que adquieren en un año y los resultados obtenidos indican que al menos un 59% adquiere al menos un sistema de aire al año, y un 16% dos sistemas en el año.

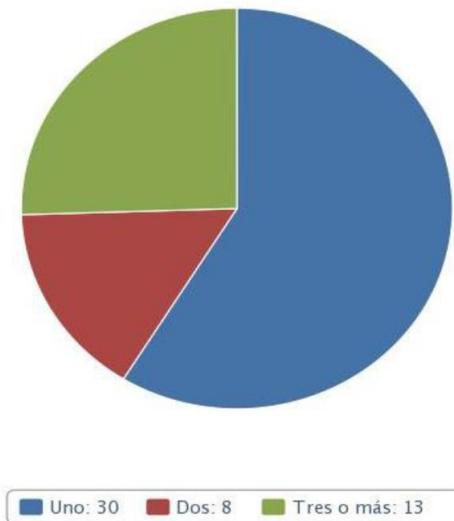


Ilustración 18. Frecuencia de adquisición de sistemas de aire acondicionado. Tomado de: Uso de aire acondicionado. Tomado de: Espinel & Romero, 2013

Como conclusión a esta encuesta desarrollada, los autores reconocen que las empresas que más hacen uso de sistemas de aire acondicionado son aquellas que desarrollan actividades de oficina, seguido del sector hotelero e industria, de las 33% empresas que se encuentran interesadas en adquirir nuevos sistemas de climatización un 41% lo haría de 6 meses a 1 año.

De esta referencia, se puede analizar que existe un porcentaje importante que se encuentra interesado en probar nuevos sistemas de climatización, además que considera necesario adquirir un producto de este tipo en un periodo inferior a un año.

Ahora bien, con relación al objetivo que se está analizando se desarrolló una entrevista al Ingeniero Juan Duarte (Duarte, Entrevista , 2019) Anexo 1. Análisis de mercado. Entrevista Ing. Juan Duarte, Representante legal de la constructora Anjema Diseño y Construcción S.A.S., para estudiar la perspectiva de un representante del gremio

de la construcción sobre adquirir productos innovadores de climatización, como lo son los sistemas de climatización termoactivos. Sobre esta se obtuvo los siguientes resultados.

Respecto a esta información analizada, se puede identificar que el ingeniero Juan Duarte, como un representante del gremio de la construcción está abierto a propuestas innovadoras respecto a los sistemas de climatización y que especialmente busquen dar reconocimiento por sus aportes a la sostenibilidad e innovación, adicional a esto en promedio estaría adquiriendo este sistema una vez al año, considera que el uso de otros sistemas de climatización que aporten al ahorro energético es sumamente importante en la actualidad ya que el ambiente se deteriora con rapidez y Colombia no se puede quedar atrás con estas nuevas tecnologías, el uso de nuevos sistemas de climatización según la percepción del Ingeniero Duarte no solo aporta al medio ambiente sino que además a las empresas constructoras y a mismo sector dando un reconocimiento e incentivando al cliente para hacer parte de las buenas prácticas ambientales.

Según, la Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración (Acaire) (Mendoza, 2019), asociación que actualmente busca que se regule la certificación del aire interior en las edificaciones, menciona para periódico El Heraldó que 9 de cada 10 edificaciones en el país sufren del síndrome del edificio enfermo, causando un frecuente cansancio en los usuarios de las edificaciones, quienes tienen una sensación de mucho frío o mucho calor en el interior de la misma.

Estudios de la Organización Mundial de la Salud OMS, indican que si más del 20% de los ocupantes de una edificación sienten molestias por la temperatura o calidad del aire, significa que tiene el síndrome del edificio enfermo. Según Acaire se debe a que en Colombia no existe una norma que certifique a los edificios con su calidad de aire y por esto no se puede garantizar que se tomen medidas para controlar la concentración del CO<sub>2</sub> y demás factores que afectan la generación de condiciones óptimas en el aire y temperatura interior.



Ilustración 19. Aspecto de uno de los foros del Congreso de Acaire en Barranquilla. Tomado de: <https://www.elheraldo.co/economia/>

Así mismo, se menciona que la calidad de aire en una edificación no debe considerarse como un gasto sino como una inversión, pues determina que esto puede impactar en la productividad de las empresas y por supuesto el funcionamiento de la edificación.

Por lo anterior, el gremio considera importante tener en cuenta las razones por las cuales un edificio padece de este síndrome del edificio enfermo, identificando que una de ellas es por la falta de regulación que establezca lineamientos para garantizar condiciones óptimas respecto a la cantidad de aire interior.

#### 4.2.2 Estimación del mercado potencial.

De acuerdo con el Boletín de Ozono No. 35 sobre Panorama ambiental y energético del uso de aire acondicionado en edificaciones, del Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) en Colombia el 75% de la población habita en centros urbanos, de los cuales el 70% se encuentran dentro de los 1500 m.s.n.m., por lo tanto, demandan de uso de sistemas de refrigeración como el aire acondicionado en las edificaciones para tener espacios con condiciones térmicas adecuadas.

En este boletín se indica que el 65% del uso de sustancias refrigerantes se encuentra en los sistemas de aire acondicionado, y lo discriminan por sector de edificaciones públicas, edificaciones de servicios, hoteles, clínicas y uso residencial de la siguiente manera:



Ilustración 20. Uso de sistemas de enfriamiento por sectores en Colombia. Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

Por lo anterior, según se muestra en la Ilustración No. 3 el 33,7% del uso de estos sistemas de enfriamiento corresponde a edificación públicos y privados, es decir las edificaciones de uso empresarial. En otras palabras, aproximadamente un 34% corresponde a las edificaciones de uso empresarial que tienen la necesidad de hacer uso de sistemas de refrigeración, por sus condiciones térmicas.

De igual manera, se menciona sobre el consumo energético en las edificaciones que del total de la energía eléctrica que se consume respecto a iluminación, ofimática, motores, aire acondicionado y otros, tan solo el aire acondicionado representa el 51% del total.

### CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR USO FINAL EN EDIFICACIONES

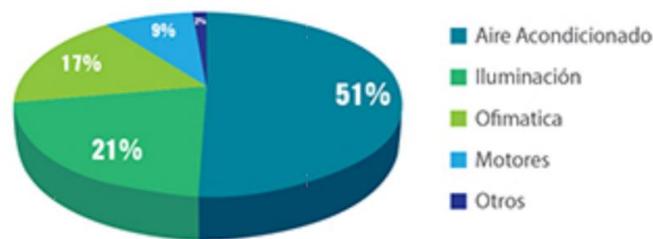


Ilustración 21. Consumo energético por uso final en edificaciones. Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

Esta referencia, permite identificar que en Colombia existe una mayoría de edificaciones que requieren suplir la necesidad de sistemas de climatización, que garanticen condiciones térmicas óptimas para sus usuarios, dado el flujo de personas que concurren las edificaciones de uso empresarial y la necesidad de brindar una adecuada calidad del aire.

Según la monografía sobre “Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones” (Castiblanco, 2017), Colombia tiene un gran potencial en el desarrollo de la energía geotérmica aplicada especialmente para el uso de climatización, con el cual se podrá minimizar el impacto en el ambiente que comúnmente se produce por la implementación de sistemas tradicionales de climatización (HVAC). Teniendo en cuenta, que es necesario adoptar nuevas tecnologías que permitan el ahorro energético y la contribución a disminuir el efecto negativo que ocasionan fenómenos ambientales como el fenómeno del niño, en los que el país experimenta intensos periodos de sequía.

En esta investigación, se desarrolló una encuesta dirigida a una población de estudiantes de ingeniería civil, ingeniería ambiental, ingeniería eléctrica y profesionales de diferentes áreas de conocimiento que se desenvuelven en el campo de la materia. Frente a esto, se identificó una aceptación de la población respecto a la implementación de este tipo de proyectos, aunque esto suponga incrementos en los costos iniciales de los mismos, puesto que consideran que estos costos representan una inversión a largo plazo en proporción al ahorro energético que se obtendrá.

**Pregunta Número 4.**

¿Aprueba usted que, desde el diseño de proyectos de construcción (tales como residencial, comercial, vial y/o industrial) se deban desarrollar metodologías para el aprovechamiento de energías renovables, aunque esto suponga incrementos considerables en los costos del mismo?

Gráfica. 6 Respuestas de la pregunta número 4.

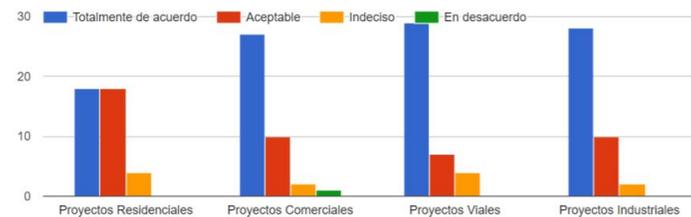


Ilustración 22. Abril Castiblanco, Miguel Ángel. Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones.

Si bien, la primera referencia permite identificar el potencial del mercado respecto al porcentaje de edificaciones que requieren de sistemas de climatización (HVAC), la segunda referencia mencionada resalta el potencial que tiene Colombia para la explotación de la energía geotérmica aplicados en las cimentaciones y sistemas estructurales, como una alternativa sostenible a la problemática del consumo energético que actualmente demanda el uso de aire acondicionado en edificaciones de uso empresarial.

Por su parte, el periódico La República resalta en su artículo “Hay más de 58 proyectos de oficinas en Bogotá” (Bell, 2017), la estimación que se tiene de los proyectos de oficinas que serán desarrollados en las ciudades principales del país, entre ellas Barraquilla y Cartagena. En este sentido, para el año 2017 las actividades no residenciales

presentaron un retroceso de 20,1% comparándolo con años anteriores, esperando que para el año 2018 mejoraran el desarrollo de proyectos de tipo no residencial.

Según las cifras del estudio de Colliers International, en el año 2018 Bogotá contaba con 58 proyectos de oficinas en construcción, que representan un aproximado de 732 mil metros cuadrados, en ese sentido el desarrollo de estos proyectos equivale al 76% del inventario nacional.

La ciudad de Barranquilla con un estimado de 6 proyectos para el 2022 del desarrollo de proyectos iguales a 31.700 m<sup>2</sup>. De igual manera, según otro artículo del periódico La República (La República, 2018) para antes del 2023 estarán listos 75 proyectos de edificaciones de oficinas en las principales ciudades de Colombia, entre los cuales se encuentra Barranquilla con 6 y Cartagena con 8 proyectos.

Por lo anterior, la estimación total de proyectos para la ciudad de Cartagena de edificios de oficinas es de 8 y Barranquilla con 6 para un total de 14 proyectos estimados. Siendo entonces 14 proyectos en total, se esperaría tener un mercado potencial de 6 de estos, es decir el 42,8% del mercado.

Según el informe económico No. 102 de 2018 de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL, 2018) para el mes de octubre de 2018 las compañías constructoras registradas fueron aproximadamente 2.172, de las cuales 1.916 se catalogaron como empresas pequeñas, 232 como empresas medianas y 24 como empresas grandes. Por supuesto, se identifica que la mayor participación en el mercado corresponde a las empresas grandes, seguido de las medianas y las pequeñas, con un porcentaje del 40%, 38% y 22% respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, y con el informe económico No. 91 de 2017 de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL, 2017), el mercado de las oficinas en Colombia ha sido uno de los componentes más importantes sobre la construcción no residencial, registrando para el año 2017 un aproximado de 329 mil m<sup>2</sup>.

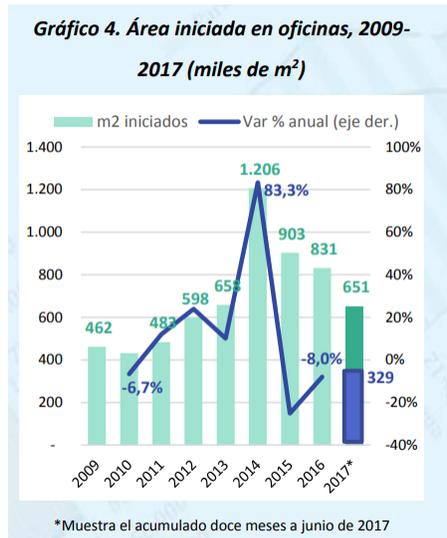


Ilustración 23. Área iniciada en oficinas 2009-2017. Informe Camacol, Características del ajuste del mercado por tamaño de compañías. Evolución reciente de comercialización e indicadores de riesgo, 2018.

De igual manera, el desarrollo de la construcción de oficinas no solo ha estado en la ciudad de Bogotá, sino que se ha presentado un crecimiento en diferentes regiones del país, por ejemplo, Antioquia con un total de 127 mil m<sup>2</sup> promedio anual y Atlántico con 71 mil m<sup>2</sup> promedio anual. Debido a que estos departamentos se han impulsado por la mano de obra calificada, los servicios públicos y tecnológicos de los que disponen.

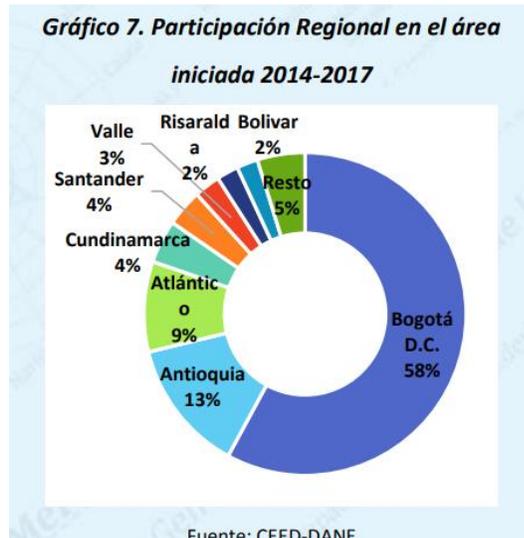


Ilustración 24. Participación regional en el área iniciada 2014-2017. Informe Camacol, Características del ajuste del mercado por tamaño de compañías. Evolución reciente de comercialización e indicadores de riesgo, 2018.

En la ciudad de Barranquilla se han desarrollado proyectos de gran envergadura como Buro 51, Greentowers y BC Centro empresarial, para finales del año 2016 se registraron cerca de 45 mil m<sup>2</sup> obteniendo un total de inventario de 220 mil m<sup>2</sup> para la región Caribe.

Según el estudio de Colliers International que se menciona en el artículo de La República (La República, 2018), actualmente hay varios inversionistas de estos tipos de edificaciones de oficinas, entre los cuales se destacan Optima, Green Factory, Acierto Inmobiliario, Pórticos y entre otros. Así como constructoras como el Grupo Empresarial Oikos, que se encuentra desarrollando grandes proyectos en la ciudad de Barranquilla.

Finalmente, se desarrolló una entrevista al ingeniero civil Juan Duarte (Duarte, 2019), representante legal de la empresa Anjema Diseño y Construcción S.A.S., constructora ubicada en la ciudad de Bogotá que actualmente trabaja como contratista de la constructora Las Galias, es decir, que en este caso el entrevistado representa a una mediana empresa del sector de la construcción que desarrolla proyectos de construcción donde el contratante lo requiera. Por su parte, la constructora Las Galias lleva a cabo proyectos tanto en la ciudad de Bogotá, como en las ciudades de Cali, Manizales y Pereira.

Esta entrevista contiene 10 preguntas de carácter general en la cual se consulta diferentes aspectos relacionados con la implementación de sistemas de climatización termoactivos y la necesidad de aplicar nuevas tecnologías sostenibles para la climatización de las edificaciones. Anexo 2. Análisis de mercado. Entrevista 2 Ing. Juan Duarte

Durante la entrevista se realizaron preguntas con temas relacionados tanto a los productos ofrecidos actualmente en el mercado, las zonas donde su uso es más frecuente y las nuevas tecnologías que se podrían implementar en los proyectos, por lo cual se lograron identificar varios aspectos importantes para determinar los clientes potenciales, como cubren la necesidad a la cual el producto se enfoca y como perciben los nuevos productos de sistemas de climatización.

El Ing. Juan Duarte, quien hace parte del gremio de la construcción, a través de su experiencia en diferentes proyectos ha tenido la oportunidad de desarrollar la implementación de sistemas de aire acondicionado en dos tipos de edificación, que satisfacen diferentes tipos de necesidades en cuanto al uso de la edificación, sin embargo, demandan de suplir la misma necesidad respecto al confort térmico. A pesar de que para estos casos, se requiere suplir la misma necesidad de calidad de aire interior y condiciones térmicas adecuadas, no se contempla la implementación de sistemas distintos a los tradicionales, lo que refleja que no sólo quien ejecuta los proyectos tiene desconocimiento sobre otros sistemas de climatización o simplemente no consideran viable su implementación, sino también sucede con quienes desarrollan y planifican los proyectos, al no promover instalaciones de climatización sostenibles para la edificación.

En ese sentido, los profesionales del sector de la construcción reconocen la necesidad que se tiene de brindar condiciones adecuadas de temperatura al interior de la edificación, así como calidad de aire, y que para que ello, es importante empezar a promover la aplicación de nuevas tecnologías que disminuyan el impacto en el ambiente y que genere un mayor ahorro de recursos, logrando que a través de la promoción de este tipo de sistemas los inversionistas estimen probable su aplicación como inversión a largo plazo.

De acuerdo con el análisis para determinar los clientes potenciales se tuvieron en cuenta los proyectos de construcción de edificaciones de uso empresarial que se tienen

previstos para los próximos años, pero también es importante conocer las empresas constructoras que desarrollan proyectos de este tipo, ya que estas son posibles clientes del producto. Según consulta a la Lonja de propiedad raíz de cada una de las ciudades en estudio se obtuvieron los siguientes datos.

Cartagena tiene aproximadamente 42 empresas constructoras que se dedican a la construcción de edificaciones de uso empresarial y/o mantenimiento y adecuación de estas y Barranquilla cuenta con 38 empresas. Lo anterior nos indica que los clientes potenciales situados en las ciudades de Barranquilla y Cartagena es de 80 empresas constructoras catalogadas dentro de las condiciones de mercado aplicables al producto de sistemas de climatización termoactivos. De estas 80 empresas constructoras consultadas como posibles clientes se pretende cubrir un 15% es decir 12 empresas, con un total de 6 proyectos, es decir el 42,8% del mercado.

#### **4.2.3 Estimación del segmento o nicho del mercado.**

Inicialmente se seleccionaron tres perfiles para la segmentación del producto “Sistemas de climatización termoactivos en edificaciones de uso empresarial en las ciudades de Barranquilla y Cartagena”, los cuales corresponden a constructoras grandes, medianas y pequeñas. Según la publicación de la Superintendencia de Sociedades (Superintendencia de Sociedades, 2018) que indica que para el año 2017 se reportó que 338 de las 919 empresas de construcción registradas en el país se catalogan como grandes empresas del sector, 497 se catalogan como medianas empresas del sector y 75 se catalogan como pequeñas empresas.

De acuerdo con lo anterior, se definió que el perfil de segmentación seleccionado son las empresas grandes y medianas, puesto que, por su capacidad financiera dada por sus activos reportados y la información analizada, respecto a los criterios medibles, accesibles y sustanciales representan una mejor ventaja para el desarrollo del producto.

### 4.3 Análisis del cliente o consumidor

#### 4.3.1 Esbozo del perfil del consumidor.

El consumidor del producto será las personas que utilicen frecuente la edificación como empleados de las empresas, administradores, personal de mantenimiento, personal de servicios generales y personal de seguridad u ocasionalmente como mensajeros, visitantes, proveedores, entre otros. El perfil del consumidor depende de las actividades que realicen las empresas que operan en las instalaciones del edificio, ya sea de carácter gubernamental, públicas o privadas.

#### 4.3.2 Elementos que influyen en la compra y aceptación del producto o servicio.

Para realizar un análisis más cercano al posible precio de nuestro producto se realizó una entrevista (Construcción, 2019) a diez profesionales de diferentes cargos en empresas constructoras grandes y medianas. Para dicho análisis, se tuvieron en cuenta preguntas correspondientes al tema en estudio, con opción de respuesta múltiple.

Las respuestas dadas por los usuarios consultados se mostrarán a continuación:

#### Pregunta 1.



Ilustración 25. Tabulación pregunta 1. Fuente propia.

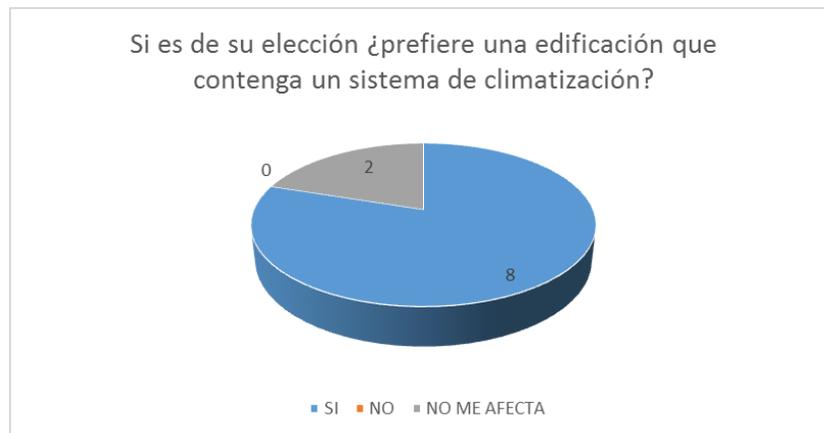
**Pregunta 2.**

Ilustración 26. Tabulación pregunta 2. Fuente propia.

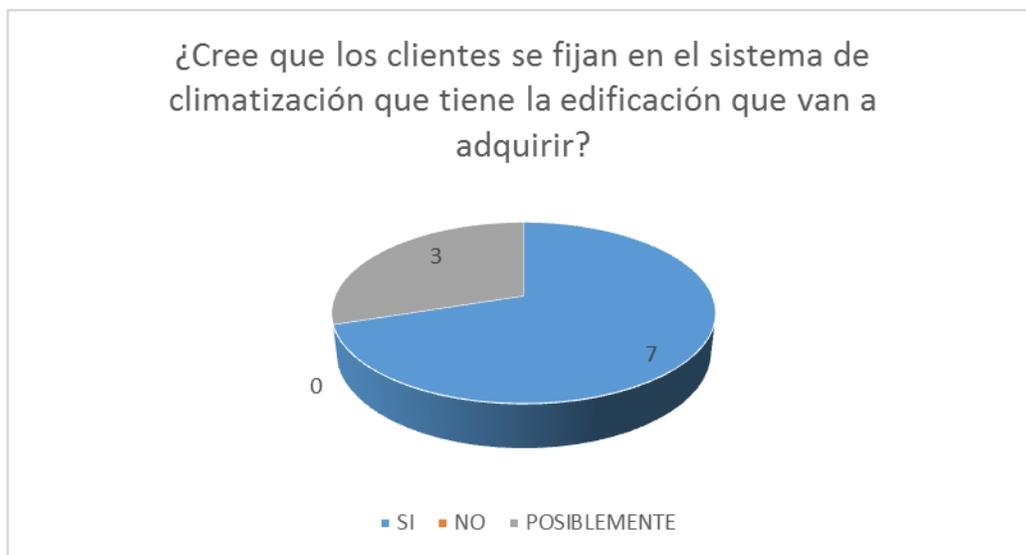
**Pregunta 3.**

Ilustración 27. Tabulación pregunta 3. Fuente propia.

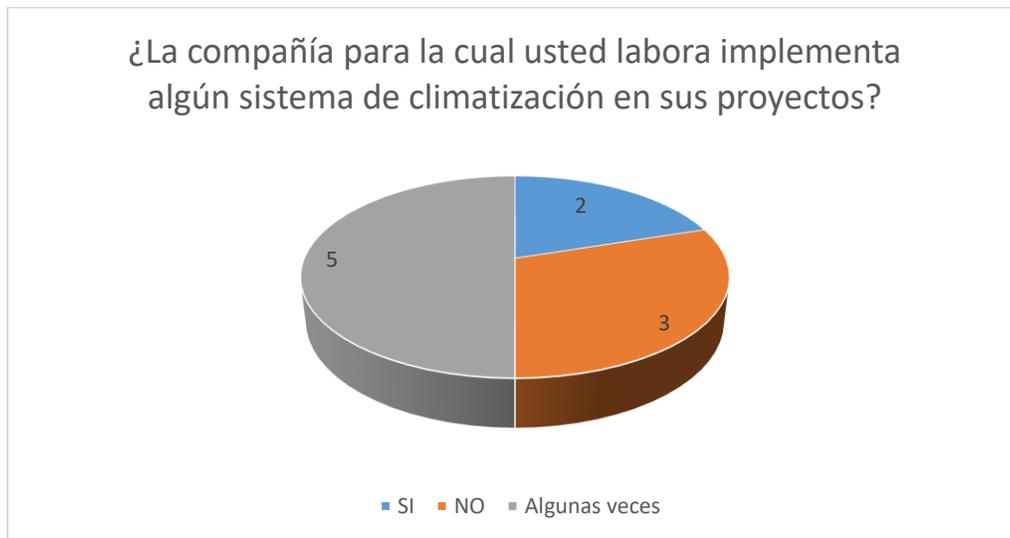
**Pregunta 4.**

Ilustración 28. Tabulación pregunta 4. Fuente propia.

**Pregunta 5.**

Ilustración 29. . Tabulación pregunta 5. Fuente propia.

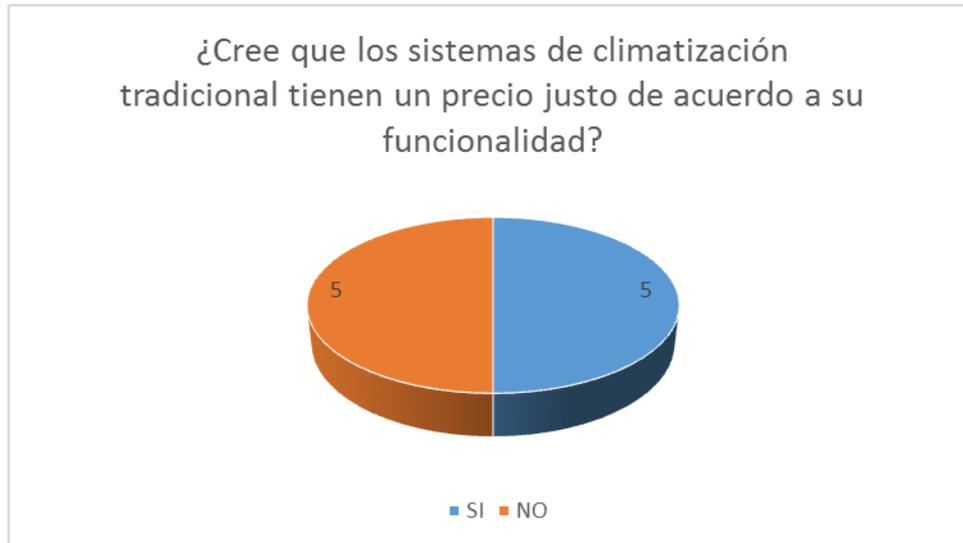
**Pregunta 6.**

Ilustración 30. Tabulación pregunta 6. Fuente propia.

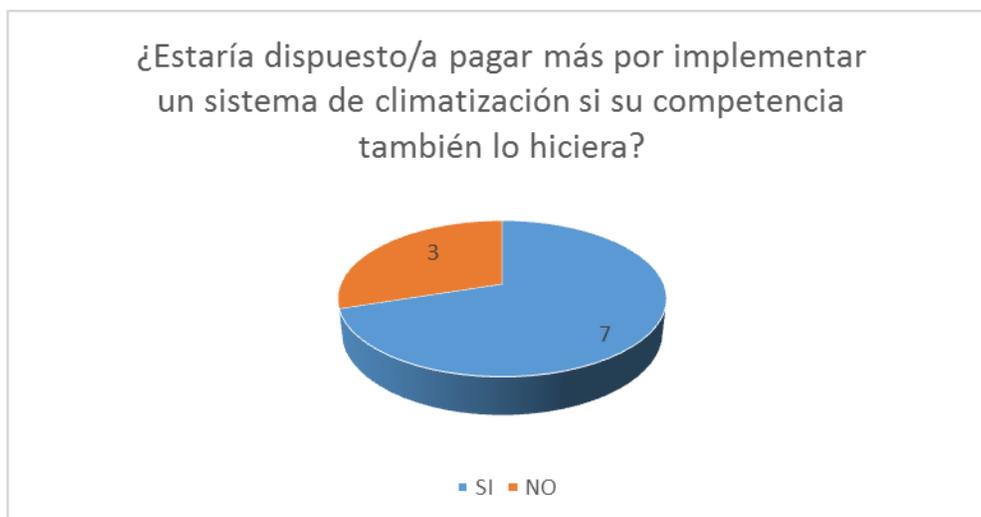
**Pregunta 7.**

Ilustración 31. Tabulación pregunta 7. Fuente propia.

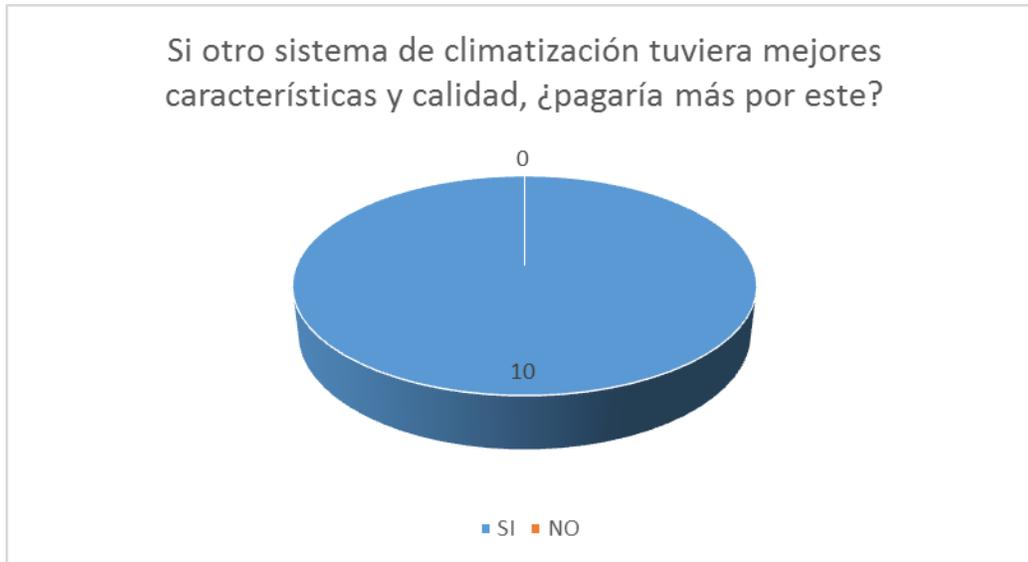
**Pregunta 8.**

Ilustración 32. Tabulación pregunta 8. Fuente propia.

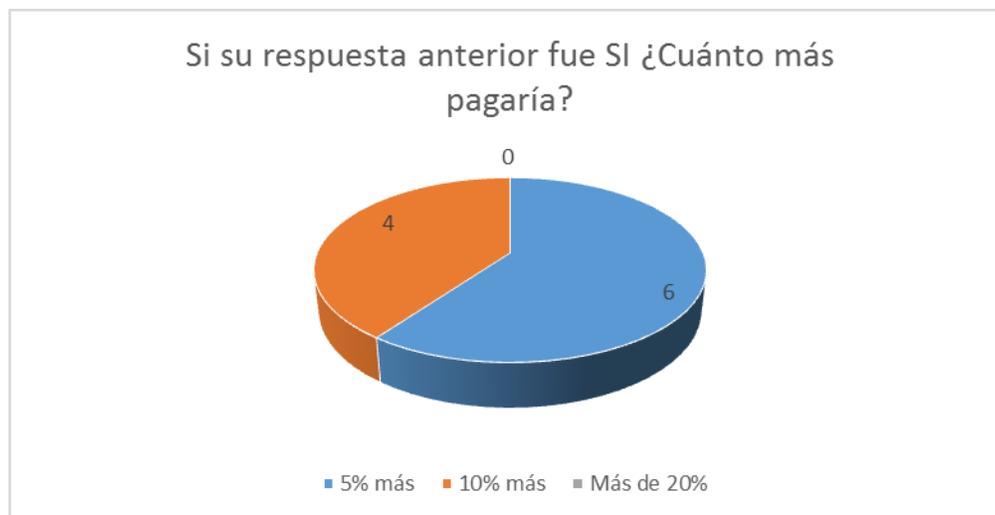
**Pregunta 9.**

Ilustración 33. Tabulación pregunta 9. Fuente propia.

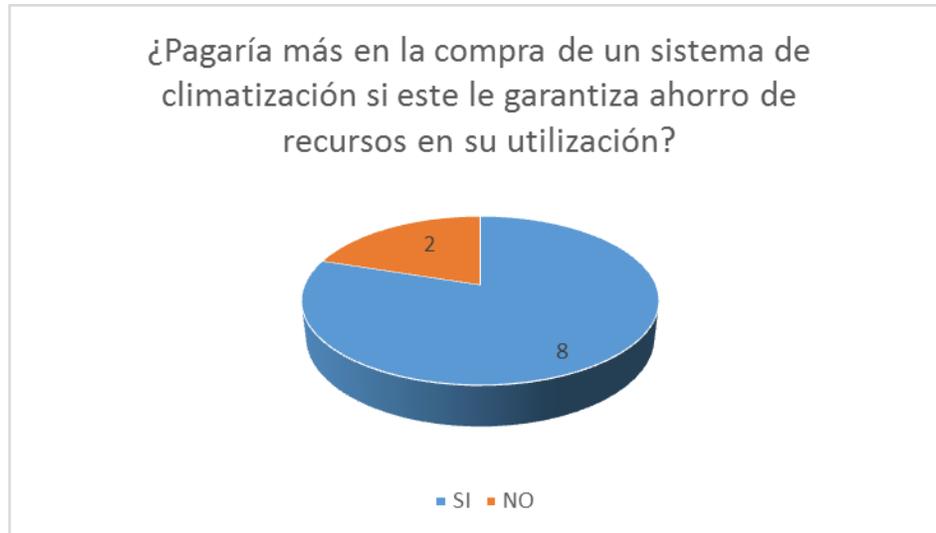
**Pregunta 10.**

Ilustración 34. Tabulación pregunta 10. Fuente propia.

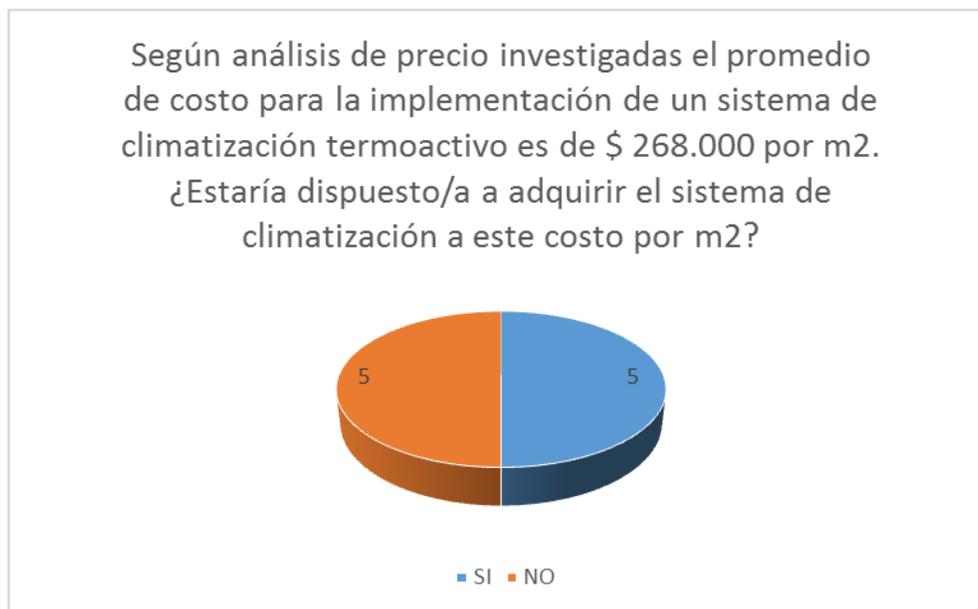
**Pregunta 11.**

Ilustración 35. Tabulación pregunta 11. Fuente propia.

De acuerdo con el análisis general de las respuestas de los usuarios a los cuales se les realizó la entrevista, podemos concluir que consideran importante la implementación de un sistema de climatización, su funcionalidad y características, pero no se encuentran satisfechos con el precio frente a las necesidades cubiertas por los sistemas de climatización que ofrece el mercado. Aunque no rechazan la posibilidad de adquirir un nuevo sistema de climatización con mejor calidad por un mayor costo, sin embargo, este no superaría más del 5% de lo que pagan actualmente por el producto.

Ahora bien, basados en la observación de campo realizada a un posible competidor directo como lo es LG Colombia y sus productos de Aire acondicionado comercial, se hizo un análisis a las características físicas y técnicas, así como la funcionalidad de los productos que suplen la necesidad a la cual hemos enfocado nuestro producto.

Dentro de las características y especificaciones más importantes y que son necesarias analizar para llegar a determinar el costo de nuestro producto se encuentran:

Estos productos cuentan con la última tecnología encontrada en el mercado la cual es denominada Inverter Technology que regula de manera automática la velocidad del compresor para mantener la temperatura adecuada en el espacio donde es utilizada brindando así beneficios importantes en su uso como, ahorro de costos en operación hasta de un 34%, enfriamiento rápido hasta en un 30% y bajo nivel de ruido.

Otra de las características importantes que tiene los productos ofrecidos por LG Colombia es que no requieren ductos para su funcionamiento, lo cual indica que su instalación es rápida y no se requiere realizar un diseño previo para la colocación, por lo tanto, se puede hacer uso de estos productos en edificaciones que no consideraron un sistema de refrigeración previo a la ejecución del producto.

Los productos de climatización de esta compañía varían su costo dependiendo de su capacidad de refrigeración, su diseño y su función (Residencial, comercial, industrial, entre otros). Las siguientes referencias analizadas son en base al mercado de estudio. Cabe resaltar que estos productos son individuales es decir para un espacio sin tener en cuenta su instalación.

- **Ceiling Cassette:**

**Características principales:** Tecnología Inverter, enfriamiento rápido, ahorro de energía, bajo nivel de ruido, amplio rango de operación hasta 54 ° C, modo techo alto.

**Capacidad:** 24.000 BTU

**Precio:** \$ 4.415.213



Ilustración 36. Ceiling Cassette. Tomado de: <https://www.aircondirect.co.uk/>

Un referente más cercano al costo de nuestro producto se encuentra en la investigación “Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones” (Castiblanco, 2017), en el cual el autor presenta el presupuesto detallado del costo de los elementos principales para un proyecto que contempla la climatización geotérmica.

Para que la referencia sea más precisa y específica a continuación se realizara un resumen de los elementos contemplados en el presupuesto mencionado anteriormente. El presupuesto en referencia fue realizado para una edificación de uso residencial, 3 plantas y un área construida total de 159.625 m<sup>2</sup>.

Los elementos requeridos para el proyecto son:

Material	Imagen	Unidad	Costo por Unidad	Total
Sonda Geotérmica		300	\$ 118.557	\$ 35.567.100
Bomba Geotérmica		1	\$ 5.357.152	\$ 5.357.152
Distribuidor de HDPE		2	\$ 489.557	\$ 979.114
Válvula reguladora		10	\$ 5.557	\$ 55.570
Arqueta de distribución		2	\$ 127.300	\$ 254.600
Tubería de HDPE (m)		100	\$ 7.557	\$ 755.700
Material de relleno (lb)		4	\$ 42.887	\$ 171.548
Material de sellado (lb)		4	\$ 32.887	\$ 131.548
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 43.272.332</b>

Tabla 4. Presupuesto sistema de climatización geotérmico. (Castiblanco, 2017)

El anterior presupuesto nos brinda una información detallada del costo de los materiales requeridos para la climatización de una vivienda, que si bien es cierto no es el objeto de estudio nos orienta al posible costo de nuestro producto, el cual no es comparable con los productos ofrecidos por el mercado, sin embargo, dichos productos están satisfaciendo la necesidad del cliente la cual deseamos cubrir.

Cabe resaltar que los materiales e insumos requeridos para la fabricación de nuestro producto no son tan comercializados como los sistemas de climatización tradicionales, por lo cual el precio del producto podría ser más elevado que el anterior referente. Sin embargo, a si mismo sus características y calidad serán mejores, cumpliendo a cabalidad la necesidad del cliente.

#### **4.3.3 Tendencias de consumo.**

Para el estudio de mercado es muy importante conocer la frecuencia de compra de los usuarios del producto en referencia, para el caso de nuestro proyecto los clientes potenciales son grandes y medianas empresas constructoras, según un reporte del periódico La República (La República, 2018), en su artículo de estudio inmobiliario menciona que para antes del 2023 estarán listos 75 proyectos de edificaciones de oficinas en las principales ciudades de Colombia.

Es importante mencionar que, estos proyectos constructivos tienen dimensiones significativas que solo pueden ser atendidas por grandes y medianas constructoras, que según el artículo de La República las principales en estas zonas del país son Grupo Empresarial Oikos y Prabyc Ingenieros. De los 75 proyectos mencionados, Cartagena cuenta con 8 con un total de 38,900 m<sup>2</sup> en construcción y Barranquilla con 6 con aproximadamente 31,700 m<sup>2</sup>.

Aunque existe una sobre oferta de edificaciones de oficinas en estas ciudades las grandes compañías y empresarios le apuestan a este mercado, ya que según la proyección y el crecimiento de la demanda este mercado se estabilizara en los próximos 5 años. Una

de las modalidades que compañías como WeWork y Owlo Space están implementando y que pueden ser favorables para el sector es el desarrollo de espacios colaborativos y renta (alquiler de oficinas por horas), cambiar el mercado tradicional es una alternativa que muy posiblemente atraiga al cliente de las empresas constructoras y así mismo impulse nuestro mercado.

Por lo anterior, la estimación total de Barranquilla es de 6 y Cartagena de 8 proyectos para un total de 14 proyectos estimados. Siendo entonces 14 proyectos en total, se esperaría tener un mercado potencial de 6 de estos, es decir el 42,8% del mercado.

Un análisis más detallado de la frecuencia de compra del producto que satisface la necesidad a la cual nos hemos enfocado es una entrevista (Construcción, 2019) realizada a diez profesionales del ámbito de la construcción los cuales laboran en empresas del sector. La encuesta se realizó de manera digital, con ocho preguntas cerradas de opción múltiple.

Las respuestas dadas por los usuarios consultados se mostrarán a continuación:

### Pregunta 1.

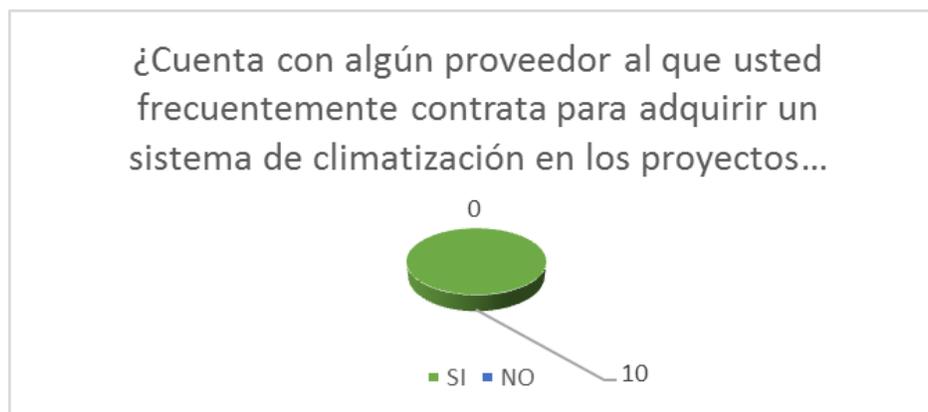


Ilustración 37. Tabulación pregunta 1. Fuente propia.

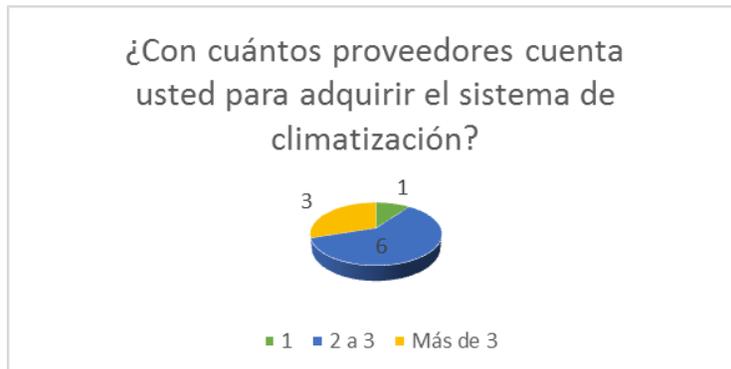
**Pregunta 2.**

Ilustración 38. Tabulación pregunta 2. Fuente propia.

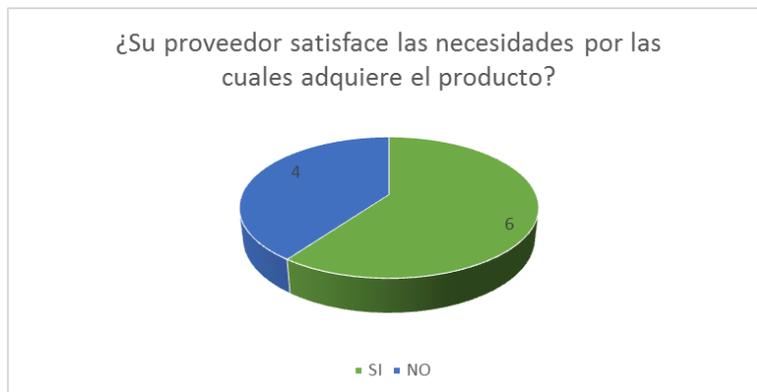
**Pregunta 3.**

Ilustración 39. Tabulación pregunta 3. Fuente propia.

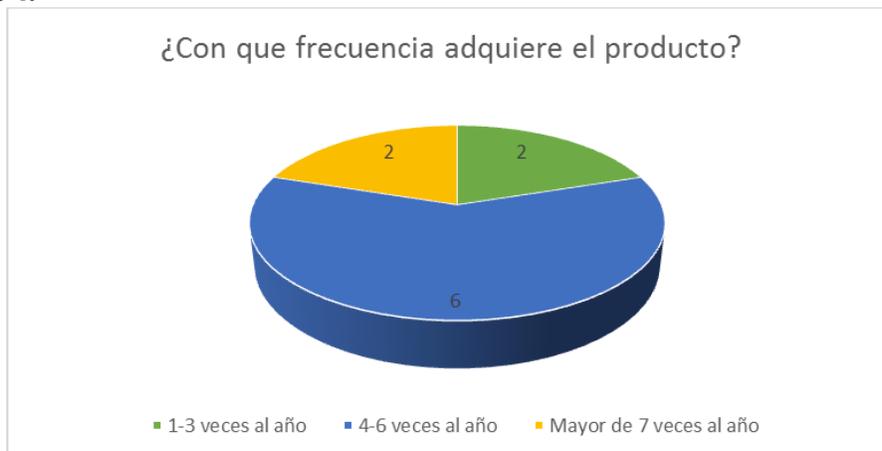
**Pregunta 4.**

Ilustración 40. Tabulación pregunta 4. Fuente propia

### Pregunta 5.

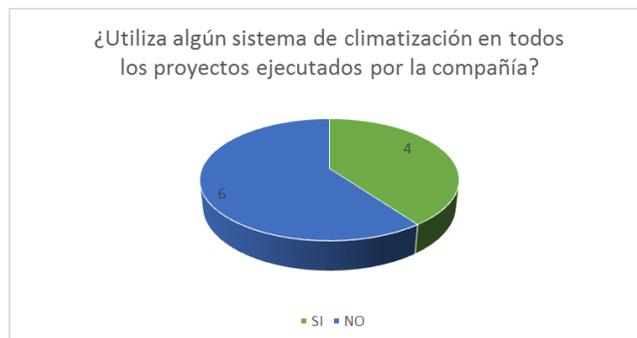


Ilustración 41. Tabulación pregunta 5. Fuente propia

### Pregunta 6.



Ilustración 42. Tabulación pregunta 6. Fuente propia.

### Pregunta 7.



Ilustración 43. Tabulación pregunta 7. Fuente propia.

### Pregunta 8.

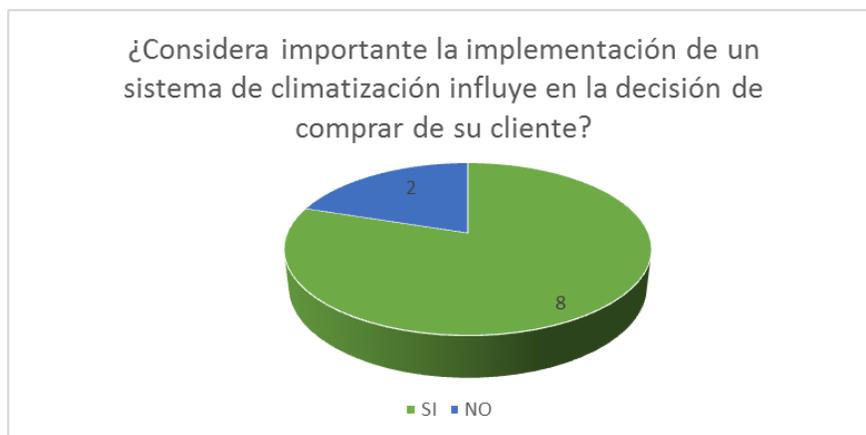


Ilustración 44. Tabulación pregunta 8. Fuente propia

De acuerdo con las respuestas dadas por los usuarios consultados podemos determinar que la frecuencia de comprar de los clientes potenciales varía de 1 a 6 veces el año, sin embargo, la necesidad de adquirir un sistema de climatización para la edificación ya está cubierta por otros proveedores, además la ciudad donde se centra la mayor parte de los proyectos es Bogotá la cual no está contemplada en nuestra zona de estudio. Anexo 3. Análisis de mercado. Entrevista Frecuencia de consumo.

En conclusión, podemos decir que, aunque los usuarios ya tienen un proveedor establecido este puede ser remplazado con mayor facilidad ya que este no cumple cabalidad con los requerimientos de los clientes, además gran parte de los proyectos requiere de un sistema de climatización para su funcionamiento según lo mencionado en la encuesta.

Aunque se podría pensar que el mercado al cual nos enfocamos es insuficiente, para nuestro producto que pretende incursionar e innovar la industria, es un mercado sustancial, además la necesidad que se pretende cubrir no solo es importante en las ciudades de estudio si no que se podrá expandir en diferentes zonas y población. (Revista en Obra, 2018).

La oferta y demanda de nuestros posibles clientes en cuanto a edificaciones de uso empresarial es muy importante ya que de esto dependen nuestras ventas, según La

República (La República, 2018), para el año 2018 el mercado se ha enfocado principalmente en la capital del país, seguido de Medellín, Barranquilla y Cartagena.

Lo cual nos indica que, aunque Bogotá es la ciudad con mayor número de edificaciones empresariales no es influyente para nuestro producto, ya que estas edificaciones situadas en esta zona del país no requieren un sistema de climatización como prioridad para el desarrollo de actividades dentro de esta, al contrario de las ciudades en estudio como lo son Medellín, Barranquilla y Cartagena, que son las siguientes en concentración de mercado.

Para el 2019 los indicadores nacionales nos brindan datos relacionados al mercado de edificaciones empresariales, resaltando el inventario, la oferta, la demanda y la nueva oferta.



Tabla 5. Indicadores nacionales mercado edificaciones empresariales. Fuente propia.

Al realizar un análisis de los datos anteriores evidenciamos que, aunque la oferta de edificaciones de uso empresarial medida en m<sup>2</sup> es mayor que la demanda aún se proyectan nuevas ofertas, lo que quiere decir que el mercado posiblemente sea creciente para los próximos años, aumentado así nuestra posibilidad de entrar al mercado enfocados en la nueva oferta.

#### 4.4 Análisis de la competencia

##### 4.4.1 Identificación de los principales competidores actuales o potenciales.

Inicialmente, se desarrolló la observación de campo en las páginas web de las diferentes empresas que se obtuvieron como resultado a la búsqueda en internet de

empresas que comercializan, distribuyen e instalan equipos y sistemas de climatización, principalmente, aire acondicionado en las ciudades de Barranquilla y Cartagena.

A partir de esta investigación, se tomaron en cuenta 10 empresas que ofrecen sus servicios en alguna de estas dos ciudades, o en algunos casos en las dos ciudades del segmento, fueron seleccionadas debido a la cantidad de información disponible en los sitios web y al tipo de productos que ofrecen para la climatización de edificaciones específicamente aplicados a edificaciones de uso empresarial.

A continuación, se mencionarán las empresas que fueron seleccionadas que cumplen con los aspectos requeridos para considerarse como competencia directa, se analizaron aspectos como tamaño, localización, segmento al que atienden y la necesidad que cubren. Así mismo se dio una calificación a cada una de estas para identificar nuestros tres competidores más fuertes.

EMPRESA	TAMAÑO	LOCALIZACIÓN	ACTIVIDAD	PRODUCTO QUE CUBRE LA NECESIDAD	CALIFICACIÓN
<b>Refrinorte S.A.S.</b>	Mediana	Barranquilla, Santa Marta, Cartagena, Cali, Bogotá y Medellín	Fabricación y comercialización de aires acondicionados	Cortinas de aire y centrales Split (Aire acondicionado)	9
<b>Climacaribe S.A.S.</b>	Mediana	Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Sincelejo	Asesoría, venta e instalación de aires acondicionado	Aire acondicionado, Minisplit	5
<b>Refrisisistemas del Caribe S.A.S.</b>	Mediana	Barranquilla	Comercialización y distribución de sistemas de aire acondicionado, calefacción y refrigeración	Aire acondicionado piso techo y tipo cassette	6
<b>CC Aires S.A.S.</b>	Mediana	Barranquilla, Cali, Cartagena y Santa Marta	Ejecución de proyectos de ingeniería y distribución de sistemas de aire acondicionado residenciales,	Aire acondicionado, minisplits, multisplits, cassette y piso techo	9

			comerciales e industriales		
<b>Aire Industrial del Caribe</b>	Mediana	Cartagena	Suministro, montaje y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica	Aire acondicionado, unidades condensadoras, Fan Coil, Chiller	4
<b>TRS Partes S.A</b>	Mediana	Cali, Barranquilla, Medellín, Montería, Bogotá, Pereira, Santa Marta, Bucaramanga, Cartagena y Villavicencio	Fabricación y comercialización de sistemas de aires acondicionados, refrigeración, ventilación, manejo de temperatura y humedad	Aire acondicionado, minisplit, cassette, piso techo y manejadoras de aire acondicionado	6
<b>BTU de Colombia Aires Acondicionados S.A.S.</b>	Mediana	Barranquilla y Cartagena	Diseño, suministro, instalación, mantenimiento y reparación de aires acondicionados	Minisplit, piso techo, tipo Cassette y unidades centrales	7
<b>Refriconfort S.A.S.</b>	Mediana	Barranquilla y Cartagena	Ingeniería, diseño e instalación de aire acondicionado y refrigeración, ventilación mecánica.	Minisplit, centrales, paquetes, split, enfriadores de agua, manejadoras de aire	7
<b>Aires y Aires S.A.</b>	Mediana	Barranquilla, Cartagena, Medellín, Bogotá, Bucaramanga, Urabá, Pereira, Armenia, Cauca, Montería, Cartagena y Barranquilla	Prestación del servicio de diseño, mantenimiento predictivo y correctivo, montaje, suministro y reparación de los sistemas de aire acondicionado	Chillers, equipos centrales, unidades condensadoras, equipos minisplit, cassette, piso techo y torres de enfriamiento	9

<b>Friocosta S.A.</b>	Mediana	Puerto Gaitán, Bogotá, Montería, Cartagena, Barranquilla	Diseño, selección, suministro, instalación y mantenimientos preventivos y correctivos de sistemas HVAC	Minisplits, piso techos, cassettes, split de ducto, paquetes, chillers, dividido, hall mounted, hidrónicos	6
-----------------------	---------	--	--	---	---

Tabla 6. Empresas competidoras. Fuente propia.

A partir de la anterior información obtenida de la observación de campo, sobre las 10 empresas que consideramos como competidoras de las ciudades de Barranquilla y Cartagena, se definió que las tres empresas competidoras más fuertes son:

- **Refrinorte S.A.S.:** Desarrolla proyectos ubicados en las dos ciudades del segmento (Barranquilla y Cartagena) en el sector comercial, industrial y residencial, también ha desarrollado proyectos en el sector hospitalario, colegios, instituciones de educación superior, centros de eventos y edificaciones de oficinas.

 <b>Razón Social:</b> Refrinorte Sociedad Por Acciones Simplificadas
 <b>Nit:</b> 802002875-6
 <b>Cámara de Comercio:</b> Barranquilla
 <b>Número de Matrícula:</b> 0000217950
 <b>Fecha de Matrícula:</b> 24/julio/1996
 <b>Tipo de Organización:</b> Sociedades Por Acciones Simplificadas Sas
 <b>Tipo de Sociedad:</b> Sociedad Comercial
 <b>Estado de la matrícula:</b> Activa
 <b>Última Renovación:</b> 2018
 <b>Número Empleados:</b> 185

Ilustración 45. Información Refrinorte. Tomado de: <https://www.lasempresas.com.co/>

Esta empresa cumple con los criterios de las necesidades a cubrir, debido a que ofrece productos de climatización (aires acondicionados) y servicios de instalación de los equipos para edificaciones de uso empresarial, cuenta con un promedio de 185

trabajadores que le permite cubrir las necesidades del mercado y se enfoca al desarrollo de proyectos para empresas constructoras medianas y grandes.

- **CC Aires S.A.S:** Desarrolla proyectos en las ciudades de Barranquilla y Cartagena, se enfoca en la comercialización y distribución de equipos de aire acondicionado para el sector residencial, industrial y comercial. La mayoría de sus clientes son grandes y medianas empresas, como lo son Argos, el banco BBVA, supermercados Olímpica, la Gobernación del Atlántico y entre otros, enfocado a la climatización de edificaciones de oficinas.

 Razón Social: C C Aires S.a.s.
 Nit: 900164891-4
 Cámara de Comercio: Barranquilla
 Número de Matrícula: 0000440491
 Fecha de Matrícula: 01/agosto/2007
 Tipo de Organización: Sociedades Por Acciones Simplificadas Sas
 Tipo de Sociedad: Sociedad Comercial
 Estado de la matrícula: Activa
 Última Renovación: 2018
 Número Empleados: 65

Ilustración 46. Información CC Aires S.A.S. Tomado de: <https://www.lasempresas.com.co/>

Así como la anterior empresa, esta también cumple con los criterios de necesidades a cubrir, que es la climatización de edificaciones para edificaciones de tipo empresarial, así como las ciudades en las cuales desarrolla sus productos. En promedio cuenta con 65 empleados, los cuales se distribuyen en sus sedes de trabajo.

- **Aires y Aires S.A.:** Esta empresa desarrolla proyectos en Medellín, Bogotá, Bucaramanga, Urabá, Pereira, Armenia, Caucasia, Montería, Cartagena y Barranquilla, es decir dos ciudades de estas ejercen en el segmento seleccionado, se enfoca en prestar servicios de diseño, mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, montaje, suministro y reparación de sistemas de aire acondicionado.

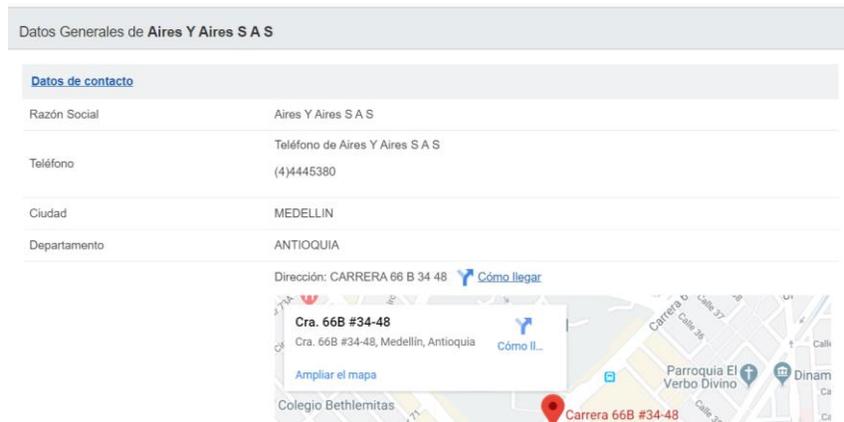


Ilustración 47. Información Aires y Aires SAS. Tomado de: <https://www.lasempresas.com.co/>

Tiene un promedio de 45 empleados, y desarrolla proyectos principalmente del sector empresarial y comercial, algunos de sus clientes son Unicentro Medellín, la terminal de Medellín, Argos, Universidad CES, Comfenalco Antioquia y entre otros.

Ahora bien, para conocer la perspectiva de los constructores frente a la decisión de compra de un producto de climatización para desarrollar un proyecto, se realizó una entrevista al Ing. Juan Duarte, representante legal de la empresa Anjema Diseño y Construcción S.A.S.

La entrevista consistió en el desarrollo de 8 preguntas, las cuales se enfocaron en la toma de decisiones para contratar o adquirir un producto para la climatización de edificaciones, por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados. Anexo 4. Análisis de la competencia – Entrevista Ing. Juan Duarte.

El ingeniero Juan Duarte considera que es importante realizar una comparación de los productos que pueden ofrecer las diferentes empresas dedicadas a la climatización de edificaciones, para identificar aspectos como costos, ventajas y desventajas de los productos ofrecidos, además considera que los factores más importantes que se deben tener en cuenta son la confiabilidad que se tiene de la empresa, la experiencia en el mercado y el reconocimiento.

El Ingeniero Duarte afirma que los tipos de aire acondicionado que mejor se adaptan a estas edificaciones de uso empresarial son los tipo cassette, tipo piso techo y los

Chillers, que son equipos más industriales para edificaciones que requieran de una mayor capacidad de climatización y las empresas nacionales que considera que brindan mejores servicios son Multiaires, Refrinorte, Aires y Aires, Ayrcol y Airefrin.

En conclusión, en la entrevista se pudieron obtener datos importantes para el análisis de los competidores como por ejemplo que la garantía que ofrece cada empresa y la responsabilidad con que se ejecuta el proyecto es fundamental para la toma de decisión de compra del cliente, además menciona dos de las empresas que consideramos competidores fuertes que son Refrinorte y Aires y Aires, lo que reafirma la calificación que se le dieron a estas.

#### **4.4.2 Análisis de empresas competidoras.**

Para realizar un análisis de la competencia es necesario la búsqueda de información que nos facilite conocer las fortalezas y debilidades de cada empresa que cubra la necesidad la cual esperamos satisfacer con nuestro producto. Para esto se realizó una matriz que nos permite identificar los principales aspectos y su valoración de acuerdo con lo indagado en cada una de las compañías seleccionadas como competidores directos. Los aspectos para estudiar son:

- **Producto:** Empaque – Presentación - Garantía
- **Precio:** Precio - Forma de pago
- **Distribución:** Logística – Canal – Oportunidad- Experiencia
- **Promoción:** Medios – Publicidad

Las empresas seleccionadas para realizar el análisis en dicha matriz son las siguientes:

- **Refrinorte S.A.S.**
- **CC Aires S.A.S.**
- **Aires y Aires S.A.**

A continuación, se presenta el valor dado a cada una de las empresas competidoras en los aspectos analizados.

	Refrinorte S.A.S.	CC Aires S.A.S.	Aires y Aires S.A	TOTAL
<b>PRODUCTO</b>				
Empaque	9	9	8	26
Presentación	9	9	8	26
Garantía	7	8	8	23
<b>Subtotal</b>	25	26	24	75
<b>PRECIO</b>				
Precio	8	9	7	24
Forma de pago	9	9	7	25
<b>Subtotal</b>	17	18	14	49
<b>DISTRIBUCIÓN</b>				
Logística	8	8	8	24
Canal	9	9	9	27
Oportunidad	8	8	7	23
Experiencia	8	7	7	22
<b>Subtotal</b>	33	32	31	96
<b>PROMOCIÓN</b>				
Medios	6	6	5	17
Publicidad	6	6	5	17
<b>Subtotal</b>	12	12	10	34
<b>TOTAL</b>	87	88	79	

Tabla 7. Matriz empresas competidoras. Fuente propia.

Basados en la información recolectada en la observación de campo de la competencia directa tenemos que la empresa con mayor fortaleza en general es CC Aires S.A.S., ya que presenta un puntaje de 88 y la empresa con más debilidades es Aires y Aires S.A. un puntaje de 79.

Refrinorte S.A.S., es una empresa consolidada con más de 35 años en el mercado, ofrece amplia gama de productos con presentaciones para todo tipo de espacio residenciales, comerciales e industriales, la garantía que ofrece es sus productos es una de sus debilidades ya que garantiza 2 años en la instalación y 5 años en los equipos. En cuanto a la distribución es uno de los competidores más fuertes, posee un canal directo, tiene la capacidad de satisfacer la demanda del mercado y además su experiencia en el mercado le permite tener un reconocimiento importante de los clientes y usuarios.

CC Aires S.A.S., es el competidor directo más importante en nuestra zona de estudio, está situada en la ciudad de Barranquilla, con sedes en Cartagena, Bogotá, Cali y Santa Marta teniendo la capacidad de cubrir este mercado tan amplio, sus fortalezas están enfocadas en el producto y precio. En cuanto al producto estos ofrecen soluciones con gran capacidad para cubrir los espacios requeridos con presentaciones que se adaptan a la necesidad del cliente, la garantía ofrecida es de 3 años por instalación y 5 años por equipos, aunque esta puede variar hasta llegar a garantizar 10 años dependiendo el equipo, el precio es de los más económicos del mercado además tienen variedad de formas de pago, los anticipos y pago total se acuerdan con el cliente, su debilidad principal se encuentra en la promoción ya que como es una empresa consolidada no se esfuerza por que su producto sea publicitado, basta con el reconocimiento que sus 30 años de experiencia le han dado en el sector.

De las tres compañías seleccionadas Aires y Aires S.A., es la empresa con más debilidades según estudio, en cuanto a los productos estos no poseen la última tecnología, la presentación de los tamaños del producto es escasa y además sus precios son más elevados que el resto de la competencia en estudio, la forma de pago no se conoce ya que no es clara la información, la distribución como las compañías estudiadas anteriormente es su mayor fortaleza, cuenta con una experiencia en el mercado de 25 años y tiene la capacidad de cubrir el mercado en las ciudades del segmento.

Al conocer las fortalezas de las compañías que consideramos competencia directa, tenemos la oportunidad de enfocar nuestro producto a mejorar las debilidades y superar o igualar las fortalezas. En general el análisis nos indica que el aspecto con mayor fortaleza es la distribución, está determinada por logística, como se entrega el producto, que tiempos de entrega tienen, como se transporta, entre otras, al ser equipos muy pesados y de gran tamaño la competencia cuenta en su mayoría con vehículos propios que ayudan con esta labor agilizando tiempos de entrega y garantizando las condiciones óptimas de producto, otro factor de la distribución es el canal donde se presenta la mayor puntuación, estos canales son directos para todas las compañías en estudio, cuentan con sus propios puntos de venta y bodegas de almacenaje teniendo a disposición el producto solicitado por el

cliente, en cuanto a la oportunidad aunque estas compañías presentan gran capacidad para satisfacer la necesidad del cliente hay que tener en cuenta que muchos de los insumos y materiales requeridos para la fabricación del sistema de climatización son importados por lo tanto pueden variar en los tiempos de entrega al cliente, la experiencia claramente supera en gran cantidad a nuestra compañía puesto que la competencia tiene muchos años en el mercado y el reconocimiento de los clientes es muy significativo.

Por lo cual, podemos decir entonces que superar o igualar las fortalezas de la competencia es un desafío para nuestra compañía, ya que estas tienen conocimientos sólidos en la industria y saben muy bien cómo se mueve el mercado además su experiencia logra que sus clientes tengan confianza en ellos haciendo que cambiar de proveedor sea muy difícil.

En cuanto a las debilidades se presentan en la promoción que hace referencia al proceso o mecanismo que utilizan las compañías para dar a conocer sus productos o servicios a los clientes, está compuesta por los medios y la publicidad, los medios en el caso de las empresas seleccionadas para el análisis son en su mayoría la página Web allí presentan sus productos, características, formas de pago, sedes, contacto y generalidades de la empresa, la publicidad la realizan de este mismo modo aunque según información ocasionalmente pautan en anuncios vía internet. La publicidad para las empresas en estudio ha pasado a un segundo plano ya que cuentan con los clientes necesarios para su propósito.

Para el caso de nuestra empresa es muy importante la publicidad ya que además de ser una compañía incursionando en el mercado el producto ofrecido cuenta con unas características y especificaciones desconocidas para la mayoría de los clientes, por lo cual exponer los beneficios del producto por medio de la publicidad se hace obligatoria.

#### 4.4.3 Análisis de productos sustitutos.

Uno de los productos sustitutos de los sistemas de climatización termoactivos, es la generación de energía para calefacción o refrigeración del edificio a través de paneles fotovoltaicos, cuyo funcionamiento se basa como se anteriormente se menciona en la obtención de energía eléctrica a partir de paneles solares, que se conduce a un transformador y acumulador de energía, la cual permitirá alimentar los equipos de aire acondicionado convencionales.



Ilustración 48. Climatización de edificios por energía solar. Tomado de: <https://www.energiasolar365.com/articulos/aires-acondicionados-solares-una-climatizacion-sostenible>

Otro producto sustituto a los sistemas de climatización termoactivos, se puede considerar los sistemas de aerotermia, que consiste en un sistema de bombas de calor que utiliza el aire del exterior de la edificación para transferirla al interior, de manera que, a través de un ciclo termodinámico se utiliza un gas refrigerante que extrae el calor o el frío del exterior para la climatización.

Este sistema, permite obtener energía del aire que se conduce a las bombas de calor, y que se conecta a los sistemas de aire acondicionado o calefacción para su funcionamiento,

requiriendo solo una pequeña fracción de la electricidad, permitiendo un alto nivel de eficiencia energética y un rendimiento de los recursos.



Ilustración 49. Aerotermia. Tomado de: <http://www.airzone.es/blog/climatizacion/aerotermia-que-es-que-ventajas-tiene/>

#### 4.4.4 Análisis de los precios de venta de la competencia.

Los clientes consideran el precio del producto como uno de los factores con más relevancia, por lo cual se ha realizado una cotización de un producto a cada una de las empresas seleccionadas.

Estas cotizaciones nos indican la diferencia de costo para el producto de la línea industrial con referencia Chillers, a continuación, se presenta un análisis comparativo:

EMPRESA COMPETIDORA	Producto	Especificación	Costo x m2	Costo Total
<b>Refrinorte S.A.S.</b>	Línea industrial / Chiller CHCPV13	Cotización realizada para edificación de uso industrial (Oficinas) con un área de 1.000 m2 distribuida en 6 plantas.	\$ 185.300	<b>\$ 185.300.000</b>
<b>CC Aires S.A.S.</b>	Línea industrial / Chiller AQUASNAP 30RAP	Cotización realizada para edificación de uso industrial (Oficinas) con un área de 1.000 m2 distribuida en 6 plantas.	\$ 162.530	<b>\$ 162.530.000</b>
<b>Aires y Aires S.A.</b>	Línea industrial / Chiller AQHV14C	Cotización realizada para edificación de uso industrial (Oficinas) con un área de 1.000 m2 distribuida en 6 plantas.	\$ 190.670	<b>\$ 190.670.000</b>

Tabla 8. Análisis comparativo empresas competidoras. Fuente propia.

Las cotizaciones anteriormente expuestas fueron obtenidas de las empresas en referencia telefónicamente y es un valor estimado, debido a que el valor exacto depende de las especificaciones de cada uno de los proyectos donde se implementará el sistema de climatización. Los productos consultados son de características similares de la línea industrial.

Según los datos recolectados de las cotizaciones los productos tienen variación en el costo, pero no es de gran diferencia, por lo cual podemos decir entonces que el producto de sistemas de climatización termoactivo entrara al mercado con un precio de descreme, ya que los materiales, insumos, tecnología e instalación son de un costo más elevado por lo cual no podemos competir con precio de penetración ni precio de competencia.

#### **4.4.5 Estudio de la imagen de la competencia ante los clientes.**

Para el análisis de participación de la competencia en el mercado se llevó a cabo una observación de campo por cada una de las empresas seleccionadas, analizando sus puntos de venta, los proyectos realizados y el reconocimiento que tiene por los clientes en el país.

Refrinorte S.A.S., cuenta con sucursales en Barranquilla, Santa Marta, Cartagena, Medellín, Bogotá y Cali; con un total de 10 sedes distribuidas en estas ciudades, en los últimos 5 años han realizado proyectos importantes en el Atlántico, Meta, Valledupar, Valle del Cauca, Bolívar y La Guajira, proyectos de gran escala como lo son Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz (Atlántico), Universidad del Atlántico, Pacific Rubiales (Meta), Clínica de alta complejidad del Caribe (Valledupar), Universidad del Valle (Valle del Cauca), Centro de convenciones Cartagena de Indias, entre otros, en total 21 mega proyectos. La participación de esta empresa es muy amplia debido a que tienen cubierto gran parte del territorio nacional, logrando así satisfacer la necesidad de gran cantidad de clientes potenciales sin contar los clientes transitorios que compran el producto en pequeños proyectos en su mayoría residenciales, logrando ventas de aproximadamente \$ 143.000 millones de pesos anuales.



Ilustración 50. Proyectos Refrinorte S.A.S. Tomado de: <http://www.refrinorte.com/rnte/>

CC Aires S.A.S., su sede principal es Barranquilla, teniendo sucursales en Bogotá, Cali, Cartagena y Santa Marta, en total 3 en Barranquilla y una en cada una de las demás ciudades, además de tener cobertura en todo el país, es una empresa mediana con aproximadamente 150 empleados, sus proyectos se han extendido en gran parte del territorio nacional, logrando captar clientes potenciales como lo son Argos Colombia, Procaps, BBVA, Olimpica, Gobernación del Atlántico, Country Motors Chevrolet, Universidad libre de Colombia, entre otros importantes clientes, teniendo en cuenta que los clientes que posee esta compañía podemos decir que su nivel de participación es alto ya que son clientes que compran sus productos frecuentemente y además los proyectos a los cuales los implementan son de gran magnitud, llegando a tener ventas anuales que oscilan entre \$ 90.000 millones a \$ 142.000 millones.



Ilustración 51. Clientes CC Aires S.A.S. <https://www.ccaires.com/>

Aires y Aires S.A., tiene como sede principal en la ciudad de Medellín, pero también tiene sedes en las ciudades de Bogotá, Bucaramanga, Urabá, Pereira, Armenia, Cauca, Montería, Cartagena y Barranquilla, es una empresa pequeña con un promedio de 45 empleados, principalmente se enfoca en prestar servicios de diseño, mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, montaje, suministro y reparación de sistemas de aire acondicionado.



Ilustración 52. Aires & Aires S.A. Tomado de: <https://www.airesyaires.com/portal/sitio/>

Los sectores en los cuales se enfocan sus servicios son del sector hospitalario, industriales, comerciales, hoteleros, y residenciales, son miembros de la Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y de la Refrigeración ACAIRE, lo que les proporciona un mayor reconocimiento en el mercado y participación en el gremio. Respecto a sus clientes, han llevado a cabo proyectos para Unicentro Medellín, Terminales

de Medellín, Argos, Universidad CES, Comfenalco Antioquia, Teleperformance, Alico, Leonisa, Metrosalud, Herbalife, representando una importante participación en el sector comercial e institucional. Sus ventas se encuentran en un promedio de 1.000 a 1.200 millones de pesos al año.

## **Capítulo 5**

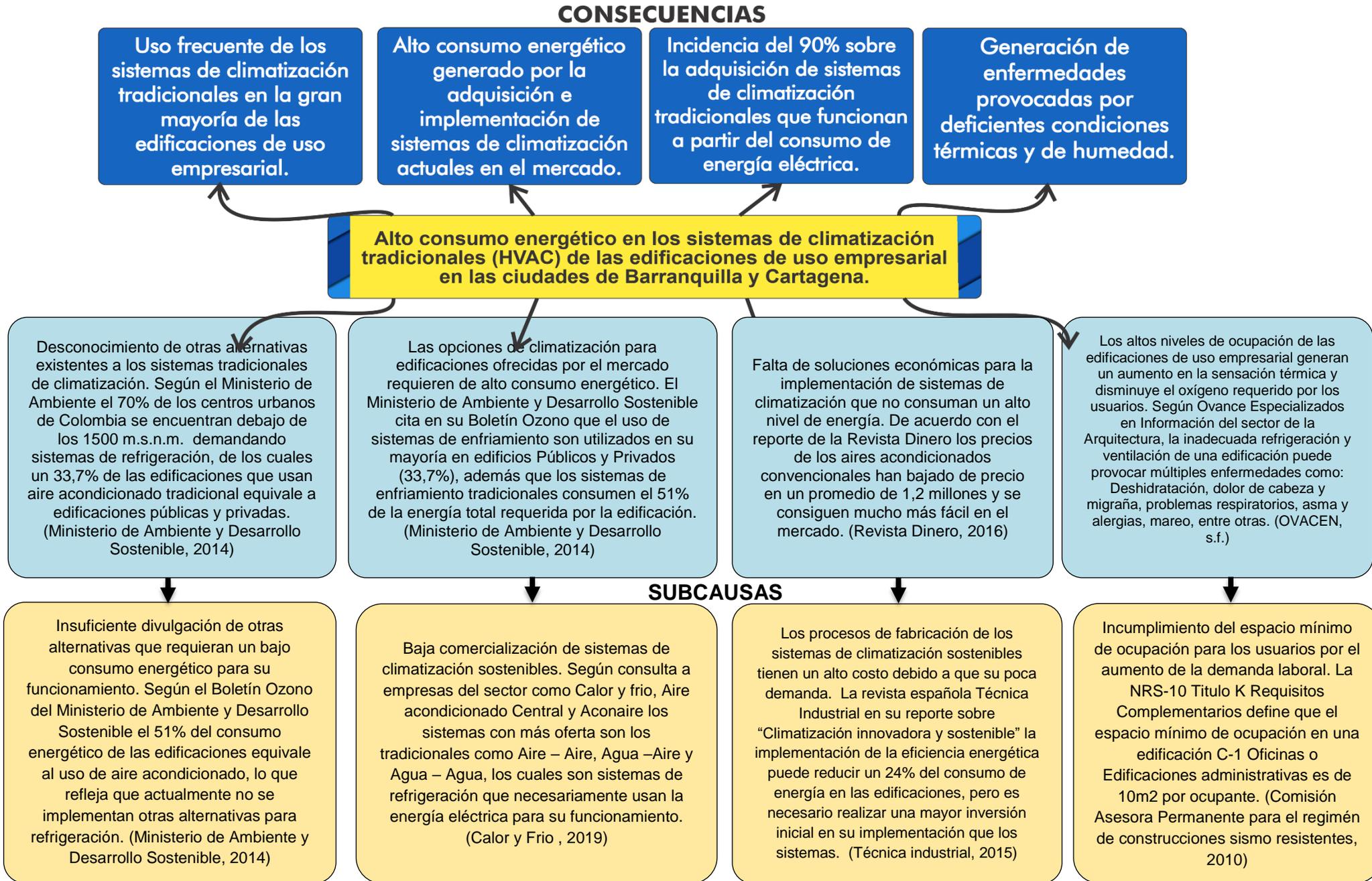
### **Descripción del Producto o Servicio**

En el presente capítulo se describe el proyecto a desarrollar con base en la problemática encontrada, teniendo en cuenta factores tecnológicos, sociales y ambientales, así como el potencial innovador de la alternativa de solución. De igual manera, se argumenta las razones por las cuales se desea desarrollar el proyecto a partir de las diferentes metodologías y técnicas de investigación, que permitirán llevar a cabo la investigación de los marcos referenciales tales como; estado del arte, marco conceptual, marco legal, marco productivo y marco sociocultural, siguiendo los lineamientos planteados en el objetivo general y los objetivos específicos.

#### **5.1 Problema**

Alto consumo energético en los sistemas de climatización tradicionales (HVAC) de las edificaciones de uso empresarial en las ciudades de Barranquilla y Cartagena.

**5.1.1. Árbol del Problema**



De acuerdo con la anterior gráfica sobre el árbol de problemas desarrollado se analizaron diferentes fuentes de información que permitieron identificar las causas y subcausas de la problemática “Alto consumo energético en los sistemas de climatización tradicionales (HVAC) de las edificaciones de uso empresarial en las ciudades de Barranquilla y Cartagena.” Sobre las cuales se definieron cuatro principales causas de la siguiente manera:

- Desconocimiento de alternativas: Según el Ministerio de Ambiente el 70% de los centros urbanos de Colombia se encuentran debajo de los 1500 m.s.n.m. demandando sistemas de refrigeración, de los cuales un 33,7% de las edificaciones que usan aire acondicionado tradicional equivale a edificaciones públicas y privadas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Identificando que actualmente existe un desconocimiento de alternativas de climatización sostenibles debido a que en su gran mayoría se implementan sistemas de climatización tradicional. Para esta subcausa, se identificó la siguiente subcausa:

- Insuficiente divulgación de alternativas: De acuerdo con lo anterior, no existe una adecuada divulgación de alternativas sobre sistemas de climatización, puesto que según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) el 51% del consumo energético de las edificaciones equivale al uso de aire acondicionado, lo que refleja que actualmente no se implementan otras alternativas para refrigeración.



Ilustración 54. Aire acondicionado. Tomado de: <https://es.123rf.com/>

- Alto consumo energético por los sistemas de climatización actuales: A partir de las fuentes consultadas el uso de aire acondicionado, requiere de un alto consumo de energía eléctrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014), equivaliendo un 51% del consumo de energía de la edificación. Por lo anterior, se definió la siguiente subcausa:
  - Esta causa se debe a que actualmente el mercado no ofrece una adecuada comercialización de sistemas de climatización sostenibles, que ofrezcan una oferta justa comparándola con los sistemas tradicionales. (Calor y Frio , 2019)



Ilustración 55. Aire acondicionado en oficinas. Tomado de: <https://branatech.com/>

- Falta de accesibilidad a los sistemas de climatización sostenibles: Según la Revista Dinero (Revista Dinero, 2016), los sistemas de aire acondicionado han reducido su precio de venta en los últimos años, siendo mucho más accesible para las personas, es decir que los sistemas de climatización sostenibles no ofrecen ser una solución económica frente a los sistemas tradicionales.
  - Conforme a lo anterior, los sistemas de climatización sostenibles requieren de una mayor inversión inicial para su implementación para que a lo largo de su vida útil permitan generar un ahorro energético, según lo refiere el artículo de Técnica Industrial. (Técnica industrial, 2015)



Ilustración 56. Consumo energético por aire acondicionado. Tomado de: <https://www.caloryfrio.com/>

- Altos niveles de ocupación en las edificaciones: La gran cantidad de usuarios que hacen uso de las edificaciones de uso empresarial generan que los niveles de ocupación de la edificación sean mayores a los calculados, por lo tanto, se generaran ambientes menos adecuados y óptimos en relación con calidad de aire y humedad. (OVACEN, s.f.)
  - La NSR 10 establece que el espacio mínimo por ocupante en edificaciones de este tipo es de  $10\text{m}^2$  (Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes, 2010), sin embargo, sabemos que hoy en día esto no se cumple debido a la demanda laboral que ha incrementado en las ciudades de Barranquilla y Cartagena que requieren de optimizar los espacios de oficinas por parte de los empresarios.



Ilustración 57. Ocupación de oficinas. Tomado de: <https://www.tabascohoy.com/>

## 5.2 Descripción

### 5.2.1 Concepto general del producto o servicio

Los sistemas de climatización termoactivos para edificaciones consisten en una tecnología implementada en la cimentación y estructura de la edificación; a través de un circuito de tuberías en los cuales circula agua, incorporados en los elementos estructurales de la cimentación como pilotes, placas de cimentación o pantallas que permiten el aprovechamiento de la temperatura del terreno y el subsuelo para obtener energía geotérmica, y en los elementos estructurales de la edificación como vigas, columnas y losas de entrepiso para aprovechar la inercia térmica que produce el concreto.

Este sistema hace uso de bombas de calor geotérmicas que puede funcionar para proporcionar calefacción o refrigeración a la edificación, por medio de un circuito cerrado de tubos de PEAD (Sondas geotérmicas) que se instala en la armadura de los elementos estructurales, en el cual circula agua o agua con anticongelante que genera el intercambio de calor entre el líquido y el terreno. De esta manera, el suelo, los muros y las losas de entrepiso contribuyen a la refrigeración de la edificación circulando el aire caliente hacia el subsuelo y generando aire frío al interior de la edificación.

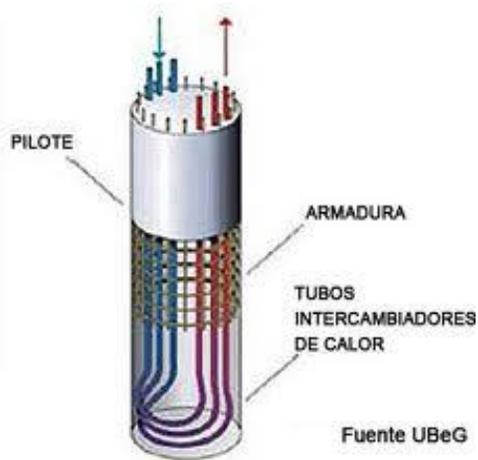


Ilustración 58. Cimentación termoactiva. Obtenido de: <http://www.greenbarcelona.com/>

Este producto impulsa el desarrollo de nuevas tecnologías para sistemas de climatización aplicados a los procesos de cimentación y sistemas estructurales, así como contribuye a la disminución del consumo energético generado por los sistemas tradicionales de HVAC, que actualmente son comúnmente utilizados.

Con relación a las características del producto se puede determinar la siguiente información estándar que permitirá definir una referencia de los diferentes elementos de los sistemas termoactivos aplicados en pilotes, pantallas, losas de cimentación y estructura de la edificación.

### **Sondas geotérmicas:**

Las sondas de polietileno reticulado se pueden aplicar de dos formas según lo requiera el proyecto de edificación; horizontal o vertical:

- Sondas verticales:

SONDA VERTICAL GEOTERMIA PE-100 SIMPLE					
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
246001	2	40	3,7	80	68
246002	2	40	3,7	100	84
246003	2	40	3,7	125	105
246004	2	40	3,7	150	126

SONDA VERTICAL GEOTERMIA PE-100 DOBLE					
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
246005	4	32	2,9	80	87
246006	4	32	2,9	100	109
246007	4	32	2,9	125	136
246008	4	32	2,9	150	163
246009	4	40	3,7	80	136
246010	4	40	3,7	100	168
246011	4	40	3,7	125	210
246012	4	40	3,7	150	252

Ilustración 59. Valores de referencia FERROTERM. Tomado de: <http://www.ferrosystems.com/>

Estos valores, se toman de referencia de las sondas geotérmicas que ofrece el sistema “Gamma Sistema Ferroterm”, de la empresa Ferroplast que opera en España implementando este tipo de sistemas. Se aplican en elementos verticales como pilotes, dependiendo del tipo de pilote se puede definir el tipo de sonda a aplicar, teniendo en cuenta la longitud de la sonda y el número de sondas a instalar en el pilote. A continuación, se muestra una referencia de edificación de oficinas aplicado en Madrid, España con su respectivo cálculo de sondas instaladas:

Zona	Nº de pilotes	Nº de sondas por pilote	Nº de sondas	ML de armadura por pilote	ML de sondas
Oficinas	196	2	392	14	5.488

Ilustración 60. Distribución de pilotes y sondas geotérmicas. Tomado de: Pilotes y pantallas termoactivas. Proceso constructivo y caracterización térmica. Universidad Politécnica de Madrid.

Lo anterior, permite identificar que en este proyecto fueron requeridos 196 pilotes cada uno con 14ml de armadura, en los cuales se aplicaron 2 sondas por cada pilote, para un total de 392 sondas, se requirió un total de 5.488ml de sondas.

A continuación, se muestra un ejemplo del funcionamiento del sistema aplicado en vivienda, en la cual se puede observar la circulación de los fluidos en la tubería implementada en los pilotes, que posteriormente va hacia la bomba de calor para ser distribuido en la edificación, para generar un suelo radiante refrigerante (refrigeración), así como puede ser utilizado para otros fines como es el caso de las instalaciones de agua caliente y la climatización de piscina.

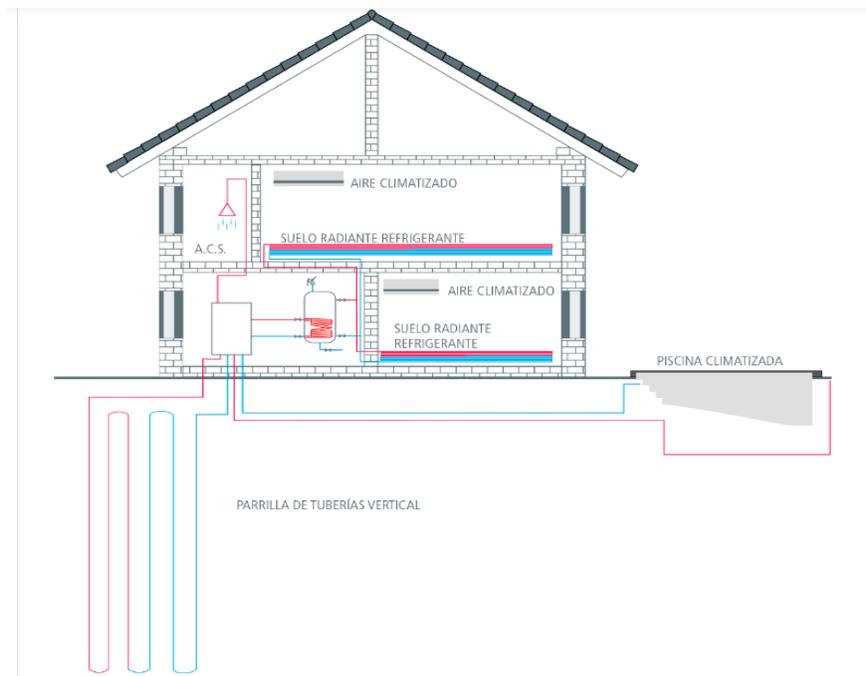


Ilustración 61. Captación vertical. Tomado de: <https://www.siliter.com/>

- Sondas horizontales:

SONDA HORIZONTAL GEOTERMIA PE-100 SIMPLE					
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
246013	1	25	2,3	100	18
246014	1	32	2,9	100	28
246015	1	40	3,7	100	44

SONDA HORIZONTAL GEOTERMIA PE-Xb SIMPLE					
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
246016	1	20	1,9	100	11
246017	1	25	2,3	50	8
246018	1	32	2,9	50	13
246019	1	40	3,7	50	21

Ilustración 62. Valores de referencia FERROTERM. Tomado de: <http://www.ferrosystems.com/>

Las sondas geotérmicas horizontales permiten una excelente conductividad térmica, y se implementa en elementos como losas y pantallas de cimentación, losas de entrapiso, entre otros elementos horizontales de la edificación, se encuentran los siguientes valores de referencia:

SONDA HORIZONTAL GEOTERMIA PE-100 SIMPLE					
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
246013	1	25	2,3	100	18
246014	1	32	2,9	100	28
246015	1	40	3,7	100	44

SONDA HORIZONTAL GEOTERMIA PE-Xb SIMPLE					
Código	Nº Tubos	Ø Tubo (mm)	Espesor (mm)	Long. sonda (m)	Peso (Kg)
246016	1	20	1,9	100	11
246017	1	25	2,3	50	8
246018	1	32	2,9	50	13
246019	1	40	3,7	50	21

Ilustración 63. Valores de referencia FERROTERM. Tomado de: <http://www.ferrosystems.com/>

### 5.2.2 Impacto tecnológico, social y ambiental.

El impacto tecnológico que este proyecto aportaría es el desarrollo de nuevas tecnologías en los sistemas de climatización para edificaciones (HVAC), que además de ser innovadoras en el mercado de la construcción en Colombia permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y optimización de procesos, teniendo en cuenta que este sistema debe ser implementado durante el proceso de cimentación y estructura de la edificación.

Cabe resaltar, que el impacto tecnológico de este proyecto va ligado al impacto ambiental que se obtiene con la implementación de este sistema de climatización, debido a que puede llegar a ahorrar entre el 30% y el 90% de consumo de energía respecto a los sistemas de climatización tradicionales (Castaño Simón & Ortega, 2016). Teniendo en cuenta que, actualmente en Colombia el 70% de los centros urbanos se encuentran debajo de los 1500 m.s.n.m. demandando sistemas de climatización, de los cuales un 33,7% de las edificaciones que usan aire acondicionado tradicional equivale a edificaciones públicas y privadas, estos sistemas de enfriamiento tradicional consumen el 51% de la energía total requerida por la edificación. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

## CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR USO FINAL EN EDIFICACIONES

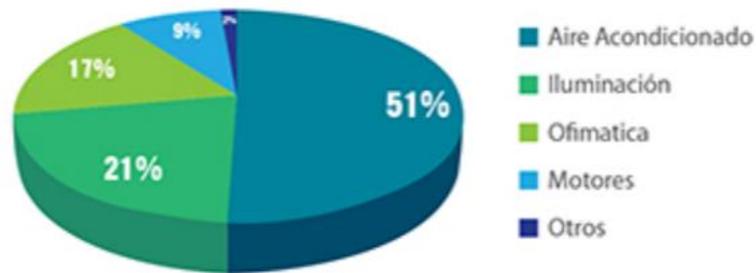


Ilustración 64. Consumo energético en edificaciones. Tomado de: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014

Es decir, que del total de las edificaciones del país que demandan sistemas de climatización (HVAC) debido a sus condiciones climáticas, el 33,7% corresponde a edificaciones de uso empresarial. Por lo tanto, el impacto ambiental y social equivale a ese 33,7% de usuarios que hacen uso de edificaciones de este tipo, y que se ven involucradas en el uso de sistemas tradicionales de climatización como lo es el aire acondicionado. La implementación de estos sistemas tradicionales demanda el 51% de la energía total que consume la edificación, por lo anterior, con la implementación de los sistemas de climatización termoactivos ese consumo del 51% puede llegar a reducirse hasta en un 90%, disminuyendo considerablemente el consumo energético de la edificación.

## USO DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO POR SECTORES EN COLOMBIA

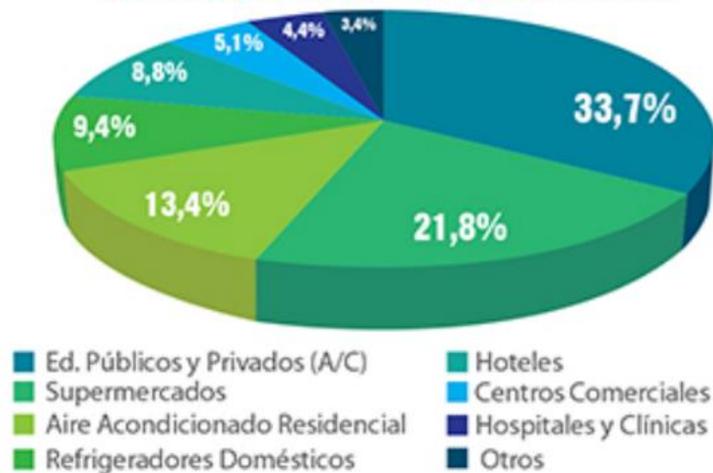


Ilustración 65. Uso de sistemas de enfriamiento por sectores. Tomado de: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014.

Aunque la problemática planteada principalmente, hace referencia al alto consumo energético que producen los sistemas tradicionales de climatización HVAC, es importante resaltar que el impacto ambiental de este proyecto también contribuye a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que se producen por los gases refrigerantes que requiere el aire acondicionado, los cuales contribuyen al agotamiento de la capa de ozono y por consiguiente al calentamiento global.

Finalmente, respecto al impacto social, si bien se menciona que los usuarios de las edificaciones de uso empresarial actualmente en las ciudades de Barranquilla y Cartagena tienen la necesidad de hacer uso de un sistema de climatización en la edificación debido a las condiciones climáticas y de humedad que lo demandan, se considera que el impacto que este proyecto tendría sobre estos usuarios sería la mitigación de la aparición de enfermedades respiratorias en las personas, esto debido a que según diferentes fuentes de información la inadecuada refrigeración y ventilación de una edificación puede provocar múltiples enfermedades como: Deshidratación, dolor de cabeza y migraña, problemas respiratorios, asma y alergias, mareo, entre otras. (OVACEN, s.f.), así como el uso de aire

acondicionado provoca efectos sobre la salud, ya que ambientes cerrados con estos equipos funcionando generan que los virus o bacterias que se encuentran en el ambiente circulen y se propaguen fácilmente, de igual manera, los cambios bruscos de temperatura generan afectaciones en la salud. (Departamento de Asistencia Médico Social Universitario DAMSU, 2016)

### 5.2.3 Potencial innovador.

El potencial innovador identificado en el proyecto es pese a que este sistema ya ha sido implementado en países como España y Portugal; como en la remodelación del Archivo General del Banco de España en la ciudad de Madrid y en la Universidade de Aveiro, en la ciudad de Aveiro, Portugal (Castaño Simón & Ortega, 2016), en Colombia aún no se ha desarrollado ningún proyecto similar que aproveche la generación de energía geotérmica para los sistemas de climatización, debido al desconocimiento de estos sistemas y principalmente a la falta de inversión de la industria en el desarrollo de proyectos de este tipo, además que se ha mostrado desinterés por parte del estado en promover esta fuente energética para la reducción del consumo energético en edificaciones. (Castiblanco, 2017)



Ilustración 66. Archivo General del Banco de España en Madrid. Tomado de: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/>

Por lo anterior, en Colombia el desarrollo de este proyecto representa un potencial innovador en el sector de la climatización de edificaciones por sus contribuciones al medio ambiente y a la optimización de procesos y recursos en este elemento de la edificación, permitiendo generar una alternativa sostenible a la problemática planteada.

**Valor agregado:**

Así como el potencial innovador del proyecto principalmente se enfoca en ser los precursores de esta tecnología que aún no se implementa en el país, también se plantea como valor agregado brindar al cliente una asesoría de prefactibilidad en ahorro energético del proyecto, es decir, respecto al diseño del proyecto se ofrece un estudio de prefactibilidad desde diferentes disciplinas que permitirán un ahorro energético considerable a la edificación. A continuación, se mencionan los factores de estudio:

- Arquitectónico
- Ingeniería
- Topografía
- Construcción
- Ambiental
- Sostenibilidad

El estudio de prefactibilidad tiene como fin garantizar que desde los anteriores factores que están involucrados en la edificación se desarrollará un diseño que proporcione un ahorro energético comparándose con un proyecto convencional que aplica arquitectura tradicional y por consiguiente todos sus procesos implicarán una alta demanda energética.

El valor agregado también incluye una asesoría integral durante la ejecución del proyecto, y posteriormente un servicio de mantenimiento preventivo al Sistema de Climatización Termoactivo instalado, realizando un continuo seguimiento y monitoreo al funcionamiento al sistema HVAC.



Ilustración 67. Valor agregado. Fuente propia

### 5.3 Justificación

#### 5.3.1 General

Debido al impacto ambiental generado por la implementación de sistemas de climatización HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) en las edificaciones, surge la necesidad de plantear una alternativa sostenible que permita reducir el consumo energético y la generación de gases de efecto invernadero por el uso de estos sistemas. Por lo anterior, este proyecto busca desarrollar un sistema de climatización que brinde condiciones de temperatura, de humedad y calidad del aire óptimas en las edificaciones de uso empresarial, lo cual permitirá generar un confort térmico para los usuarios de la edificación y a su vez contribuir con el ahorro energético de la misma.

El presente proyecto plantea como alternativa la implementación de sistemas de climatización termoactivos, que consiste en el aprovechamiento de la energía geotérmica que se genera en el terreno a través de los elementos estructurales de la edificación, los cuales no requieren de un alto consumo energético y de recursos si es comparado con los sistemas de climatización HVAC tradicionales. Según el Ministerio de Ambiente (Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) el 70% de los centros urbanos de Colombia se encuentran debajo de los 1500 m.s.n.m. demandando sistemas de climatización, de los cuales un 33,7% de las edificaciones que usan aire acondicionado

tradicional equivale a edificaciones públicas y privadas, estos sistemas de enfriamiento tradicional consumen el 51% de la energía total requerida por la edificación.

Por lo anterior, las contribuciones que se obtendrían por la implementación del presente proyecto serían principalmente para reducir el consumo energético en la edificación y proporcionar a los usuarios un confort térmico y de humedad, que, a su vez, mitiga la aparición de enfermedades respiratorias en las personas, las cuales son ocasionadas por el uso de aire acondicionado y condiciones térmicas deficientes. De igual manera, este proyecto aportaría al desarrollo de nuevas tecnologías para la climatización de edificaciones de manera innovadora y sostenible, respecto a los sistemas implementados actualmente tanto en el país como en Latinoamérica.

Los resultados de esta investigación permitirán conocer nuevas formas de aplicar los sistemas de climatización en procesos constructivos en los sistemas estructurales, optimizando procesos y recursos en la ejecución de los proyectos. Así mismo, podrá ser una adecuada fuente de consulta para futuras investigaciones relacionadas, como referencia para dar solución a la problemática propuesta a través de diferentes alternativas.

## 5.4 Objetivos

### 5.4.1 Árbol de Objetivos

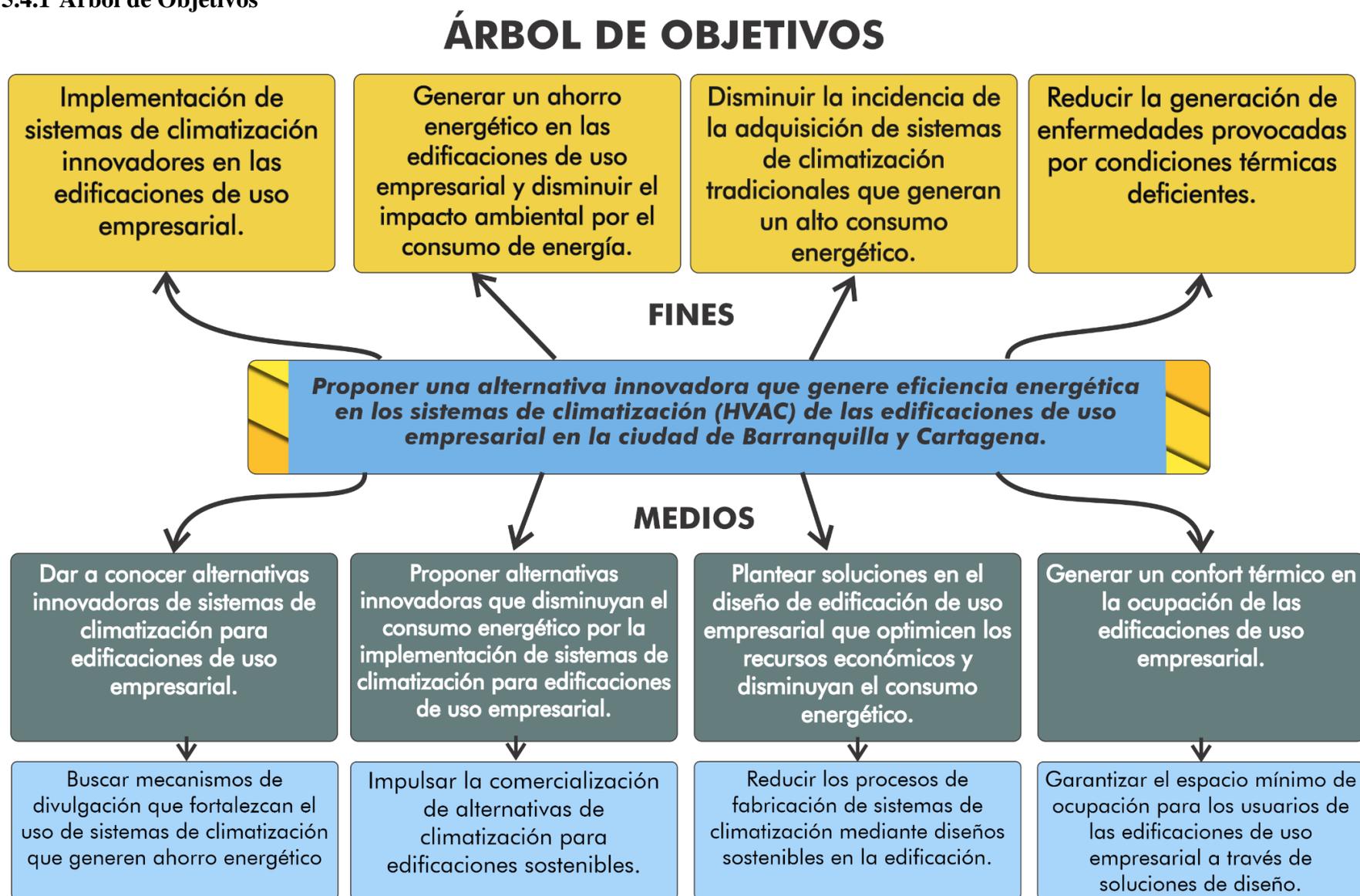


Ilustración 68. Árbol de objetivos

Con relación al anterior árbol de problemas, a continuación, se detallará cada uno de los medios analizados y fines identificados para obtener tres alternativas de solución a la problemática planteada, y finalmente seleccionar la alternativa más idónea para el proyecto a desarrollar, teniendo en cuenta el objetivo principal de “proponer una alternativa innovadora que genere eficiencia energética en los sistemas de climatización (HVAC) de las edificaciones de uso empresarial en la ciudades de Barranquilla y Cartagena.”

- Dar a conocer alternativas de sistemas de climatización: Una de las alternativas de solución está ligada a la búsqueda de mecanismos de divulgación que incentiven el uso de nuevos sistemas de climatización para edificaciones de uso empresarial, que disminuyan el impacto ambiental a través del ahorro energético en el uso de estos sistemas.
  - El fin del anterior medio consiste en lograr la implementación de sistemas innovadoras de climatización para edificaciones de uso empresarial, debido a que el mercado se expandirá y otras opciones para sistemas HVAC.



Ilustración 69. Expoacaire 2019. Tomado de: <https://refrinoticias.com/>

- Proponer alternativas de sistemas de climatización: A partir del anterior medio analizado, se considera proponer nuevas alternativas de sistemas de climatización para la comercialización de sistemas sostenibles, teniendo en cuenta las necesidades del mercado a satisfacer.
  - Para este medio, se obtiene como fin el ahorro energético que brindan estas alternativas de sistemas de climatización, además que se genera accesibilidad en el mercado para su adquisición.

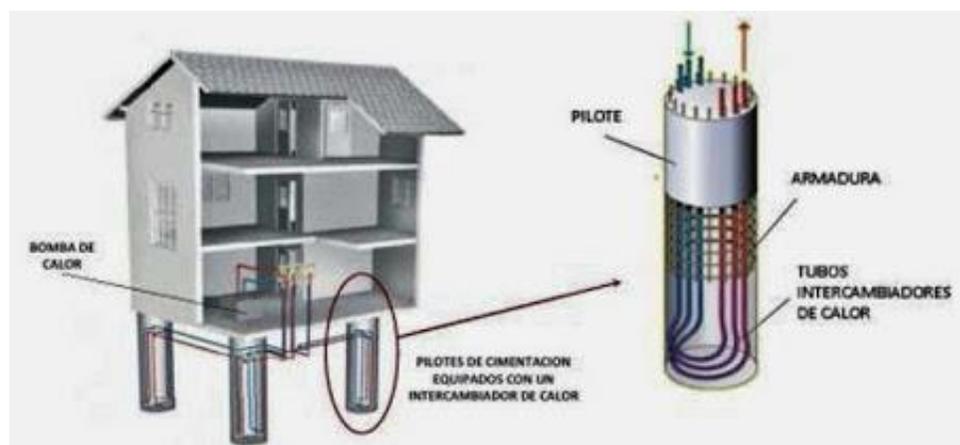


Ilustración 70. Alternativas de climatización. Tomado de: <http://teoriadeconstruccion.net/>

- Soluciones de diseño en la edificación: Plantear soluciones de diseño en la edificación, con el objeto de optimizar recursos económicos, ambientales y de producción (procesos de fabricación), tanto en la planeación como en la ejecución del proyecto.
  - Con el anterior medio determinado, se pretende reducir el uso de sistemas de climatización tradicionales que demandan un alto consumo energético para su funcionamiento, y que además de generar impacto en el ambiente, requiere de mayor cantidad de recursos económicos y de producción.

Verano día.

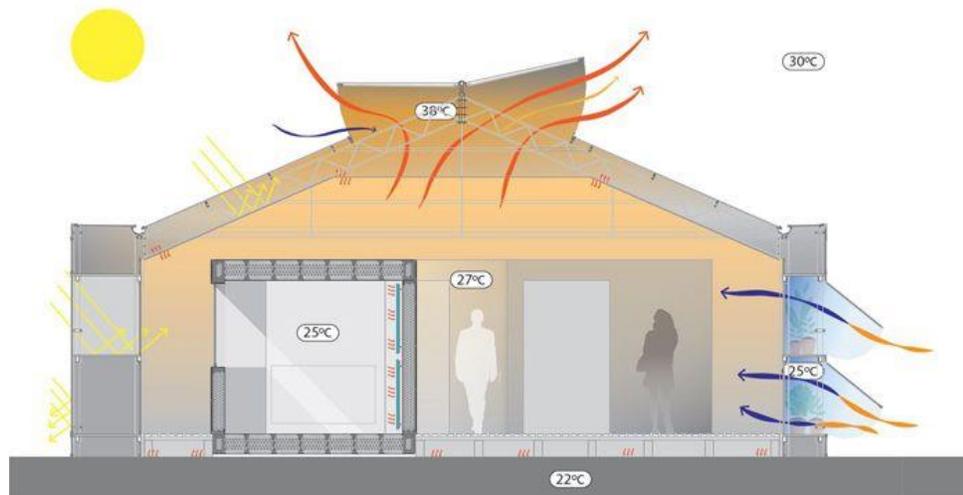


Ilustración 71. Diseños bioclimáticos. Tomado de: <https://co.pinterest.com/>

- Garantizar el confort térmico en la edificación: Otro factor que se debe tener en cuenta para dar solución a la problemática, es generar espacios óptimos y adecuados de ocupación para los usuarios de la edificación, de acuerdo con los diseños y normas que definen parámetros al respecto. Lo anterior, con el fin de prevenir enfermedades causadas por virus y bacterias que se encuentran en ambientes inadecuados y con insuficientes condiciones para la circulación del aire.
  - Como se menciona anteriormente, el fin es prevenir enfermedades y garantizar condiciones de confort térmico adecuadas para los usuarios de la edificación, mediante diseños bioclimáticos.

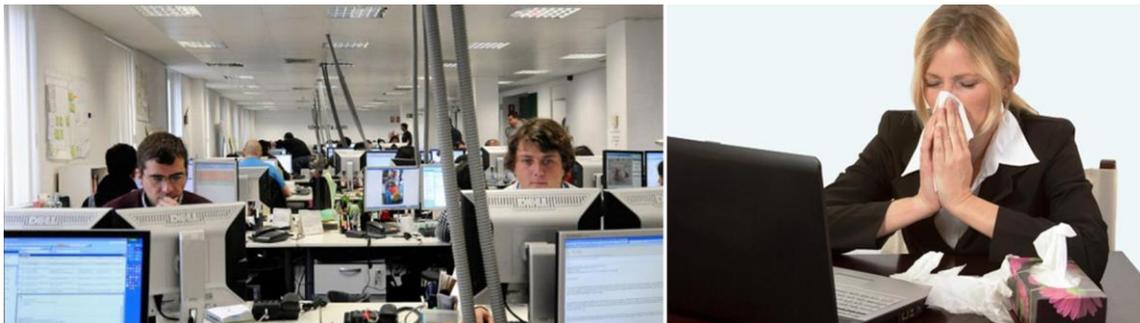


Ilustración 72. Calidad del aire interior. Tomado de: <https://estudiosambientales.com.mx>

De acuerdo con el anterior análisis, se definieron las siguientes alternativas de solución a la problemática:

- Sistemas de climatización termoactivos en edificaciones de uso empresarial: Implementación de un circuito de tuberías en la cimentación y estructura de la edificación en el cual circula agua que se calentará o enfriará aprovechando la energía geotérmica y del concreto.

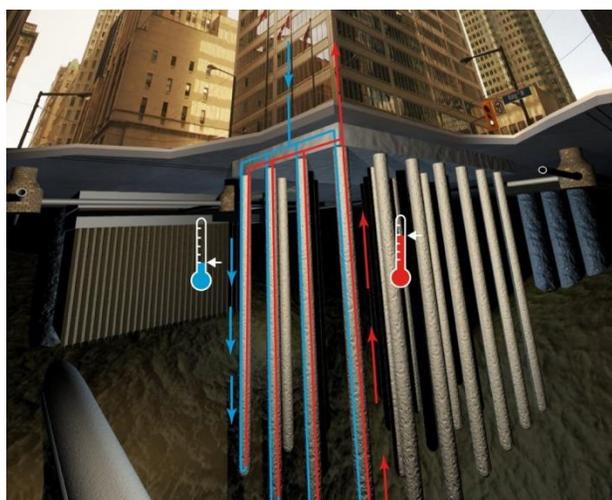


Ilustración 73. Cimentaciones termoactivas. Tomado de: <https://www.anaip.es/>

- Asesoría en la implementación de los sistemas de climatización sostenibles para la optimización de recursos: Brindar asesoría a través de un software para la

correcta implementación de sistemas de climatización en edificaciones de uso empresarial que garanticen confort térmico, ahorro energético y optimización de recursos.



Ilustración 74. Asesorías en climatización. Tomado de: <http://panamabuilding.com/>

- Implementación de Arquitectura Bioclimática para edificaciones de uso empresarial: Generar propuestas de diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas y ambientales, reduciendo los costos de los sistemas de climatización y el consumo energético.

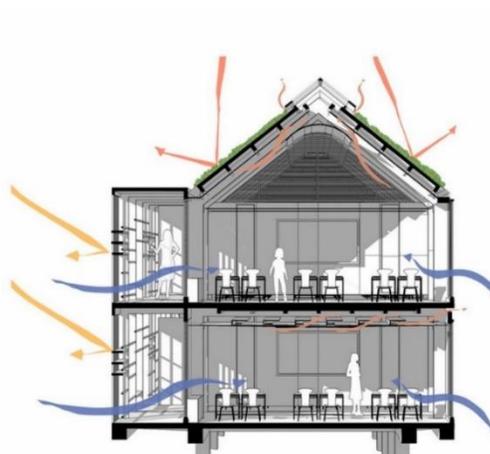


Ilustración 75. Arquitectura bioclimática. Tomado de: <https://vanesaezquerra.com>

Finalmente, la alternativa de solución seleccionada para la problemática analizada es “Sistemas de climatización termoactivos en edificaciones de uso empresarial”, debido a que impulsa el desarrollo de nuevas tecnologías para sistemas de climatización aplicados a los procesos de cimentación y sistemas estructurales, así como contribuye a la disminución del consumo energético generado por los sistemas tradicionales de HVAC, que actualmente son comúnmente utilizados.

A continuación, se muestra un resumen de las alternativas propuestas y la seleccionada:

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	CONCEPTO	SELECCIONADO SI/NO
Sistemas de climatización Termoactivos en edificaciones de uso empresarial.	Implementación de un circuito de tuberías en la cimentación y estructura de la edificación en el cual circula agua que se calentará o enfriará aprovechando la energía geotérmica y del concreto.	SI
Asesoría en la implementación de los sistemas de climatización sostenibles para la optimización de recursos.	Brindar asesoría a través de un software para la correcta implementación de sistemas de climatización en edificaciones de uso empresarial que garanticen confort térmico, ahorro energético y optimización de recursos.	NO
Implementación de Arquitectura Bioclimática para edificaciones de uso empresarial.	Generar propuestas de diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas y ambientales, reduciendo los costos de los sistemas de climatización y el consumo energético.	NO

Tabla 9. Alternativas de solución. Fuente propia

## **5.4.2 Objetivo General y específicos**

### **Objetivo general**

Implementar un modelo de climatización sostenible que brinde eficiencia energética para las edificaciones de uso empresarial de las ciudades de Barranquilla y Cartagena, aplicado en el sistema estructural que permita el aprovechamiento de la energía geotérmica.

### **Objetivos específicos**

- Investigar el funcionamiento de los sistemas termoactivos en el sistema estructural y la generación de energía geotérmica para la climatización de las edificaciones.
- Identificar los elementos necesarios para desarrollar sistemas de climatización termoactivos aplicados en edificaciones de uso empresarial según condiciones ambientales y geológicas de las ciudades de Barranquilla y Cartagena.
- Desarrollar un prototipo de climatización para las edificaciones de uso empresarial con un circuito de tuberías en el sistema estructural demostrando el aprovechamiento de la energía geotérmica a través de la circulación del agua.

## **5.5 Metodología**

### **5.5.1 Alcance**

El alcance del presente proyecto es principalmente desarrollar la investigación sobre sistemas de climatización termoactivos, y determinar factores que definen la implementación de estos sistemas en las ciudades Barranquilla y Cartagena, como lo son las condiciones climáticas, proyectos de edificación estimados, normatividad aplicable, entre otros. Así como, la realización de un prototipo del producto en Design Builder que permita la simulación del funcionamiento del sistema de climatización termoactivo aplicado en un prototipo tipo, y realizar la renderización que permita visualizarlo.

### 5.5.2 Tipo y clase de investigación

**Investigación aplicada:** Teniendo en cuenta que el proyecto de Climatización termoactiva ya se ha estudiado anteriormente y se tienen referencias del mismo, lo que se proyecta con esta investigación es analizar la información y enfocarla en diferentes condiciones climáticas en este caso de la ciudad de Barranquilla y Cartagena. Se dice que es aplicada ya que uno de los objetivos es desarrollar un prototipo del sistema de climatización, por lo tanto, aunque puede ser teórica no se limita a esta.

**Investigación exploratoria:** Si bien el proyecto de sistemas de climatización termoactiva se ha desarrollado en países como España, en Colombia aún no se ha propuesto su utilización, por lo cual la investigación es en principio exploratoria teniendo en cuenta que la información recopilada no contempla la geografía y las condiciones climáticas encontradas en el país, por lo que se debe realizar una investigación adicional para que el producto se adapte a las características y requerimientos de la edificación y del terreno.

**Investigación cualitativa:** La investigación es orientada a la obtención de información descriptiva trascendente para el proyecto, como la caracterización del producto, funcionalidad, costo / beneficio, utilización, comercialización; entre otras, esto basado en los datos de referencia y el análisis de la información encontrada, así como a la observación del comportamiento térmico en las edificaciones localizadas en el lugar de estudio.

**Investigación de método deductivo:** Durante la investigación y análisis de la información se realizará una comparación de los datos obtenidos de las referencias, como la relación de las condiciones climáticas donde se han instalado estos sistemas y donde se pretende instalar, los materiales requeridos, el personal idóneo y las técnicas constructivas aplicadas.

### 5.5.3 Herramientas de investigación

#### Técnicas e instrumentos

La investigación del proyecto se basa en técnicas e instrumentos apropiados que permitan el desarrollo y los resultados óptimos para la búsqueda de la información asociada al tema en estudio.

Las técnicas e instrumentos que se adaptan a la investigación son:

- **Observación:** Tendrá como instrumento las fichas de Observación la cual se realizará al prototipo y los estudios técnicos.
- **Entrevista:** Se llevará a cabo mediante Cuestionarios de entrevistas que se realizaran a personas profesionales o con conocimientos en el tema tratado.
- **Encuestas:** Estas se realizarán a partes interesadas en el tema las cuales darán su opinión sobre este, mediante Cuestionarios de encuestas que tendrán como fin la obtención de datos importantes para la investigación.
- **Análisis documental:** Se deberá recopilar la información necesaria para la investigación, esto teniendo en cuenta que los datos deben tener afinidad con el tema para posteriormente realizar un Análisis de contenido.
- **Bibliografía:** Las referencias bibliográficas son muy importantes para la investigación ya que con ellas se tiene una base de información de la cual puede partir la investigación. Esta se debe documentar en fichas establecidas para estas.

#### 5.5.4 Cronograma resumen

En el Apéndice 1, se muestra el cronograma desarrollado con el fin de definir las actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto, de esta manera, se establecen tiempos para una cada una de las tareas correspondientes a las actividades definidas, y fechas estimadas para su entrega. (Apéndice 1)

De acuerdo con lo anterior, se desarrolló el cronograma en el cual se muestran las fechas estimadas de entrega de las actividades según los tiempos estipulados, así como se

definieron las fases y objetivos estratégicos de cada una de las actividades. El cronograma detallado con el diagrama de Gantt se encuentra en el Apéndice 2.

FASE	OBJETIVO ESTRATEGICO	ETAPAS	RESPONSABLE	FECHA INICIO	FECHA FINAL	DIAS	ENTREGABLE
Investigación y análisis	Investigar el funcionamiento de los sistemas termoactivos en el sistema estructural y la generación de energía geotérmica para la climatización de las edificaciones.	Identificación y definición del problema	Karen Ospina - Angelica Téllez	2/09/2019	4/09/2019	2	Árbol de problemas
		Hacer investigaciones sobre alternativas innovadoras de sistemas de climatización.	Karen Ospina - Angelica Téllez	10/09/2019	16/09/2019	6	"Propuestas de alternativas de solución"
		Desarrollar una alternativa de sistema de climatización sostenible.	Karen Ospina - Angelica Téllez	17/09/2019	21/09/2019	4	Árbol de objetivos"
		Análisis del sector	Karen Ospina - Angelica Téllez	24/09/2019	28/09/2019	4	"Selección de la alternativa de solución"
		Análisis del mercado	Karen Ospina - Angelica Téllez	5/10/2019	15/10/2019	10	Descripción del producto"
		Análisis del consumidor / cliente	Karen Ospina - Angelica Téllez	16/10/2019	19/10/2019	3	Informe sobre análisis del sector de la construcción
		Análisis de la competencia.	Karen Ospina - Angelica Téllez	20/10/2019	25/10/2019	5	Informe con estimaciones de mercado potencial, segmentación de mercado
		Justificación	Karen Ospina - Angelica Téllez	1/10/2019	4/10/2019	3	Informe con análisis de los posibles clientes de acuerdo con el nicho de mercado
		Definir objetivos	Karen Ospina - Angelica Téllez	1/10/2019	3/10/2019	2	Informe con análisis de los competidores del producto, que comparten

							el mismo nicho de mercado
Desarrollo del producto	Desarrollar la idea del producto y la idea empresarial con el fin de definir costos y determinar un presupuesto para el desarrollo del proyecto	Descripción del producto	Karen Ospina - Angelica Téllez	7/11/2019	16/11/2019	9	Texto de justificación
		Metodología	Karen Ospina - Angelica Téllez	1/10/2019	4/10/2019	3	Objetivo general y específicos
		Marco referencial	Karen Ospina - Angelica Téllez	15/10/2019	30/10/2019	15	Aspectos generales del producto
		Ficha técnica del producto	Karen Ospina - Angelica Téllez	17/11/2019	26/11/2019	9	Técnicas y herramientas de investigación
		Proceso de producción	Karen Ospina - Angelica Téllez	30/11/2019	10/12/2019	10	Análisis de las referencias del proyecto
		Necesidades y requerimientos	Karen Ospina - Angelica Téllez	11/12/2019	15/12/2019	4	Ficha técnica
		Estrategia de producto	Karen Ospina - Angelica Téllez	26/10/2019	2/11/2019	7	Diagrama de flujo
		Estrategia de precio	Karen Ospina - Angelica Téllez	3/11/2019	13/11/2019	10	Cuadro en excel sobre insumos, materias primas y elementos necesarios
		Estrategia de promoción y comunicación	Karen Ospina - Angelica Téllez	14/11/2019	21/11/2019	7	Descripción de las estrategias de venta
		Estrategia de distribución	Karen Ospina - Angelica Téllez	22/11/2019	29/11/2019	7	Cuadros en excel con lista de precios
		Plan de compras	Karen Ospina - Angelica Téllez	30/11/2019	12/12/2019	12	Cuadro en excel con costos de publicidad
		Definir idea empresarial	Karen Ospina - Angelica Téllez	20/01/2020	7/02/2020	18	Texto detallando la estrategia del producto
		Costos	Karen Ospina - Angelica Téllez	8/02/2020	23/02/2020	15	Texto detallando el plan de compras
Inversiones	Karen Ospina - Angelica Téllez	24/02/2020	10/03/2020	15	Misión, visión, logo, slogan, imagen corporativa		

		Cronograma de inversiones y financiación	Karen Ospina - Angelica Téllez	11/03/2020	16/03/2020	5	Cuadro en excel con costos del producto
		Presupuestos	Karen Ospina - Angelica Téllez	17/03/2020	8/04/2020	22	Cuadro en excel con costos del proyecto
Cierre	Desarrollar un prototipo de climatización para las edificaciones de uso empresarial con un circuito de tuberías en el sistema estructural demostrando el aprovechamiento de la energía geotérmica a través de la circulación del agua.	Presentación final	Karen Ospina - Angelica Téllez	15/03/2020	20/05/2020	58	Análisis de fuentes de financiación

Tabla 10. Cronograma del proyecto. Fuente propia.

## 5.6 Marco Referencial

### 5.6.1 Estado del Arte

Los sistemas de climatización termoactivos como bien se ha mencionado, consisten en la climatización de las edificaciones mediante el aprovechamiento de la energía geotérmica y la inercia térmica generada por el concreto. Es decir, la implementación de un circuito de tuberías en el sistema estructural de la edificación a través de las cuales circula agua, que permite el intercambio de energía que posteriormente es conducido a una bomba de calor, en la que se distribuye el calor o aire frío según se requiera en la estructura de la edificación.

Por lo anterior, se han consultado diferentes investigaciones y fuentes de información, que permiten conocer otros proyectos similares y la implementación de estos sistemas en diferentes ciudades del mundo, teniendo en cuenta que en Colombia actualmente no se conoce la aplicación de un proyecto constructivo con sistemas de climatización termoactivos. A continuación, se mencionan las fuentes consultadas, que posteriormente serán analizadas:

- Guía sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en la climatización de edificios, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014.
- Fundaciones termoactivas para edificios sostenibles, Krarti, 2015.
- Diseño de estructura de fundación termoactiva como fuente de calor para edificio habitacional con uso de geotermia, Andrades, Universidad del Bío Bío, Santiago de Chile, 2015.
- Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones, Universidad Santo Tomás, Castiblanco, Bogotá, 2017.

Una de estas, es una guía desarrollada por la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid

“Guía sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en la climatización de edificios” (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014). En su capítulo 3 “Estructuras termoactivas en edificios de oficinas” hace referencia al alto consumo energético que demanda España en sus diferentes sectores, en donde en el año 2010 el sector edificatorio demandó el 28% del consumo energético de este país, para esto la Directiva Europea 2010-2031 planteó como objetivo reducir la dependencia energética de la Unión Europea, puesto que el 74% de la energía que se consume proviene fuera de España.

Es así, como la Directiva Europea establece que para el año 2020 todos los nuevos proyectos de edificios en España deben garantizar el mínimo consumo de energía, presentando la tecnología de las estructuras termoactivas como una vía segura para resolver la problemática. A este sistema se le denomina TABS (Thermally Active Building System), en el cual se introducen circuitos de tuberías de agua en el interior de la estructura, en este caso se expone la aplicación de este sistema a la nueva sede de IDOM (Consulting, Engineering, Architecture) en Madrid. Fueron instaladas durante el proceso de estructura, sujetándolas a las armaduras de acero previo al vaciado del concreto, con este se puede controlar de manera mecánica la temperatura del edificio y maximizar los beneficios de la inercia térmica.



Ilustración 76. Tuberías TABS en la estructura de la edificación Tomado de: (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014)

En la sede de IDOM en Madrid, el funcionamiento de este sistema para los días en los que el edificio requiere de refrigeración es que el forjado absorbe las cargas térmicas del interior de la edificación sin necesidad de sistemas mecánicos (en promedio  $40\text{w/m}^2$ ), y durante las noches se hace pasar agua (aproximadamente a  $19^\circ\text{C}$ ) por los circuitos TABS para refrigerar los forjados y pueden absorber la energía nuevamente al día siguiente. A continuación, se muestra el funcionamiento del sistema en este edificio de oficinas.

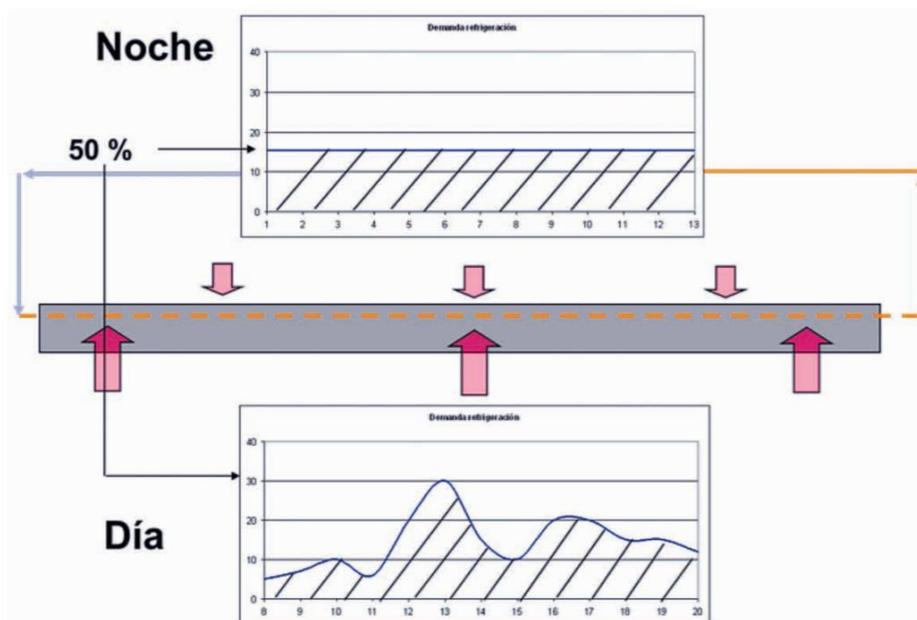


Ilustración 77. Reducción en el dimensionamiento del sistema de producción de frío debido al aprovechamiento de los TABS. Tomado de: (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014)

Por lo tanto, el edificio tiene la capacidad de absorber el calor de la edificación que se genera durante el día, en este caso se planteó un diseño que permita la absorción de calor durante todo el día teniendo en cuenta las jornadas laborales. De igual manera, se tuvo en cuenta las condiciones del diseño interior para poder dar un máximo aprovechamiento a la inercia térmica, como se muestra a continuación los espacios de la edificación no cuentan con cielorraso ni revestimiento en los muros.

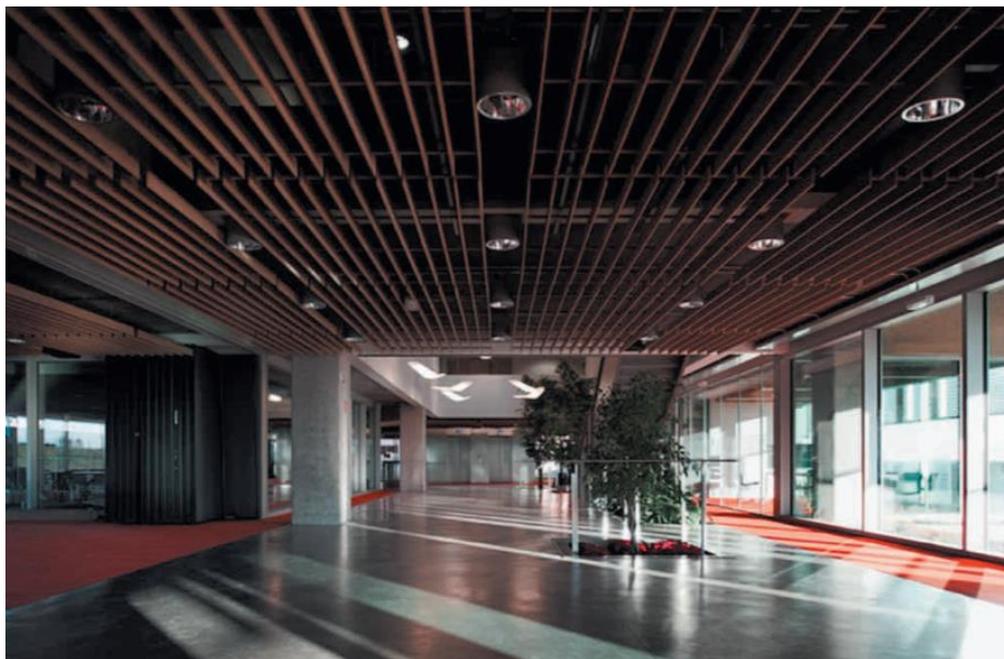
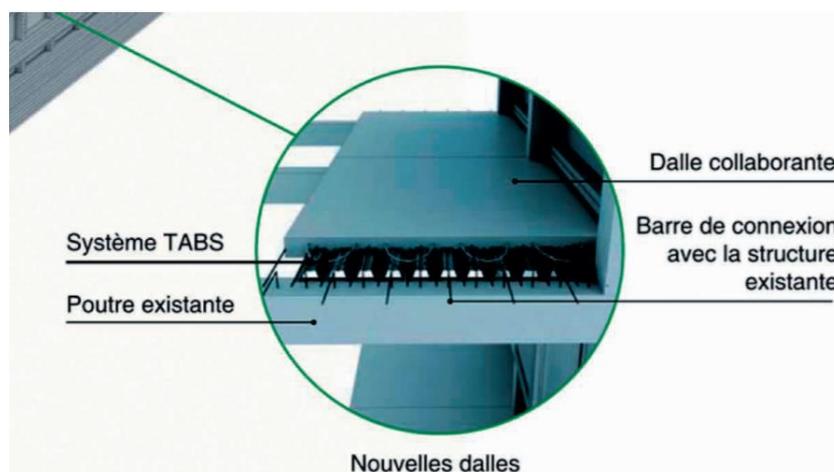


Ilustración 78. Diseño interior sede IDOM, Madrid. Tomado de: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014)



Ilustración 79. Diseño interior sede IDOM, Madrid. Tomado de: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014)

Respecto a este caso expuesto, la guía expone que no puede hablarse de periodo de amortización ya que el ahorro que ha generado en los equipos y procesos de producción ha sido mucho mayor que todo el proceso de instalación. Cabe aclarar, que este sistema TABS también se puede presentar como una solución a edificaciones ya construidas, como es el caso de un proyecto de oficinas en Francia que también desarrollo IDOM, en donde se incluyeron los circuitos de tuberías en el recrecido de los forjados.



**Figura 3.15.** Activación mediante un sistema TABS de una estructura existente en un proyecto de Francia.

Ilustración 80. TABS en un proyecto de oficinas existente. Tomado de: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, (2014)

Ahora bien, a partir de las fuentes consultadas, la implementación de estos sistemas en su gran mayoría se encuentra desarrollado en proyectos ubicados en Europa, dadas sus condiciones climáticas (estaciones) y el fomento de la implementación de nuevas tecnologías por parte del gobierno y la Unión Europea.

En el libro “Fundaciones termoactivas para edificios sostenibles” (Kartti, 2015), se realiza un análisis de diversas investigaciones de las cimentaciones termoactivas aplicados en edificaciones comerciales y residenciales de varias regiones del mundo, en el cual se menciona que los sistemas de HVAC representan casi el 50% del uso total de energía de

las edificaciones en Estados Unidos, por lo tanto los sistemas de intercambio de calor terrestre Ground-source heat exchange (GSHE), constituyen una enfoque para reducir la demanda energética que los sistemas de climatización convencionales requieren.

Uno de los sistemas de GSHE que más se conocen son los que hacen uso de intercambiadores de calor de circuito cerrado, que transfieren calor entre el suelo y la estructura suprayacente, explotando la temperatura del suelo natural, debido a que el subsuelo que está una profundidad entre los 3 a 4m poseen una temperatura constante, equivalente a la temperatura media anual del aire.

Adicionalmente, se menciona que las cimentaciones termoactivas implican la incorporación de estos intercambiadores de calor geotérmicos en las cimentaciones profundas, lo cual, aunque aumenta los costos en los procesos de cimentación también son una alternativa para reducir los costos de instalación, dando provecho a las actividades que ya se tiene planeadas, es decir, se optimizan los procesos de instalaciones aplicando estos sistemas durante los procesos de cimentación.

Estas cimentaciones consisten en que en el momento en que estas se calientan o enfrían, el concreto reforzado se expande o contrae axialmente alrededor de un punto que denominan como “punto nulo”, la ubicación de este punto depende de la rigidez de los límites extremos impuestos por la superestructura, y la distribución de la resistencia al corte lateral movilizada.



Ilustración 81. Pilotes termoactivos. Tomado de: <https://www.egis-group.com/>

De acuerdo con lo anterior, el autor enfatiza en la importancia de comprender las restricciones de las cimentaciones según la interacción entre la estructura del suelo y los sistemas de cimentación termoactivos, teniendo en cuenta factores de diseño y análisis de transferencia de cargas, el cual permite proporcionar una estimación para el análisis térmico de una base termoactiva.

De igual manera, hace referencia a los Sistemas de cimentación termoactivo Thermo-active foundation (TAF) como alternativas sostenibles para la climatización de las edificaciones, identificando una doble función en estos, debido a que se instalan en elementos que ya son necesarios, con fines estáticos, estructurales y geotérmicos, aprovechando la energía geotérmica del suelo y además la conductividad térmica del concreto que suele ser más alta que la del suelo, brindando en estos una eficiencia energética si se compara con los sistemas de aire acondicionado tradicional.

Según las investigaciones realizadas por el autor, la gran mayoría de los sistemas de cimentación termoactivos han sido aplicados en Europa y Japón, señalando que los casos desarrollados en Europa han presentado un adecuado comportamiento térmico del concreto, mejorando la transferencia de calor entre el suelo y las tuberías del intercambiador de calor, y que así mismo se analizó que el suelo que tiene una baja permeabilidad también mejora el rendimiento de estos sistemas.

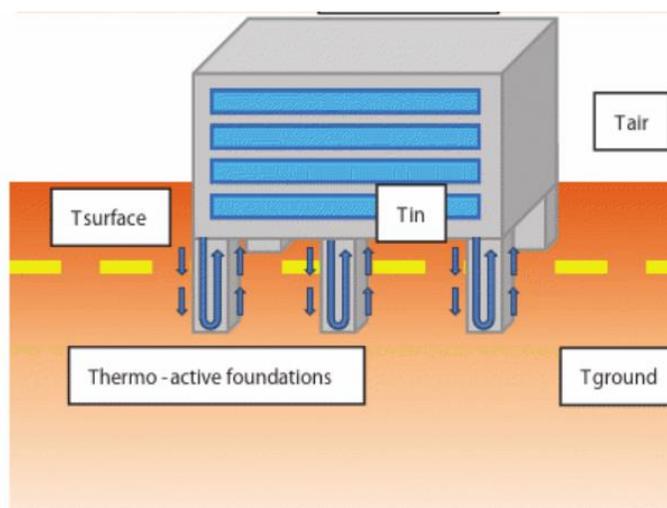


Ilustración 82. Sistemas TAF. Tomado de (Karti, 2015)

Un referente de información en Latinoamérica sobre este tipo de sistemas de climatización es el proyecto de investigación de la Universidad del Bío Bío de Chile desarrollado sobre “Diseño de estructura de fundación termoactiva como fuente de calor para edificio habitacional con uso de geotermia” (Andrades, 2015), en el cual se expone las aplicaciones de las cimentaciones termoactivas en pilotes, pantallas y losas de cimentación, mencionando que *el aprovechamiento de los terrenos excavados consiste en dotar a los sistemas de cimentación de una red de intercambiadores, sujetas a las armaduras de la cimentación. Los tubos captadores de calor son de material de propileno, PVC o de polietileno de alta densidad.* (Andrades, 2015).

En este proyecto, se da una propuesta de diseño e implementación de cimentación termoactiva en la Provincia de Concepción, Región del Bío-Bío, que por su geología posee un suelo limoso al cual realiza la siguiente propuesta de diseño:

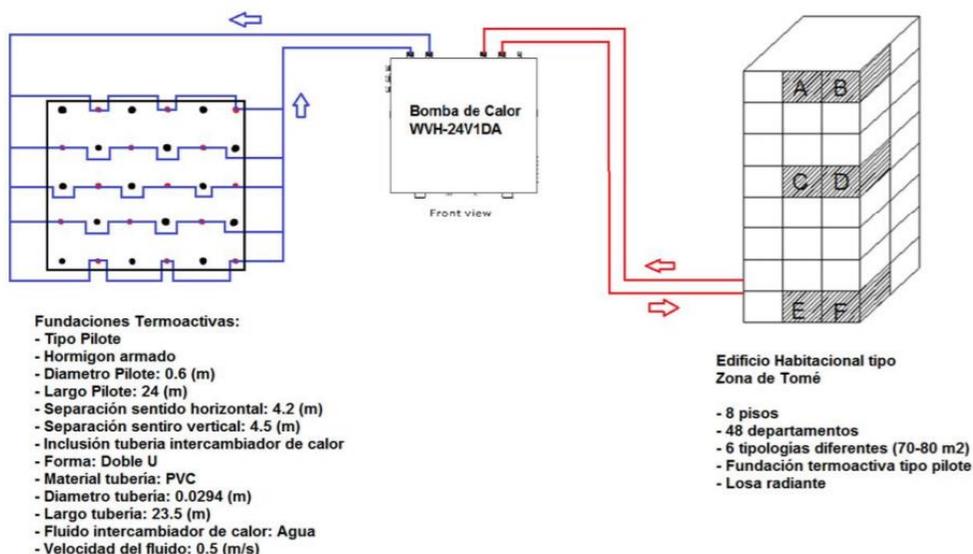


Ilustración 83. Diseño cimentación termoactiva. Tomado de: Andrades, 2015

En este caso, la propuesta se enfoca a la generación de calefacción hacia la edificación, proporcionando una temperatura promedio de 18°C, sin embargo, este sistema también puede ser aplicado para la generación de refrigeración. El autor expone que, el uso de energía geotérmica puede llegar a reducir en un 75% el consumo energético ocasionado por la climatización, y que igualmente la implementación de este puede constituir un elevado costo por la maquinaria e insumos que se requieren, generando una posible barrera para su utilización en los proyectos de construcción.

Finalmente, según la monografía sobre “Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones” (Castiblanco, 2017), en el sector de la construcción en Colombia no existe un interés visible en proponer soluciones a las problemáticas energéticas, en este caso puntual, sobre la generación de energía geotérmica, que puede ser implementado en la climatización de las edificaciones. Las aplicaciones de esta energía geotérmica se pueden realizar en las cimentaciones de la edificación, como lo son pilotes y losas de cimentación geotérmicas, es decir que, complementado el sistema TABS anteriormente expuesto, también puede ser utilizado en la cimentación, debido a las propiedades térmicas que posee el terreno que le permiten la absorción del calor del interior de la edificación hacia los elementos estructurales y el subsuelo.

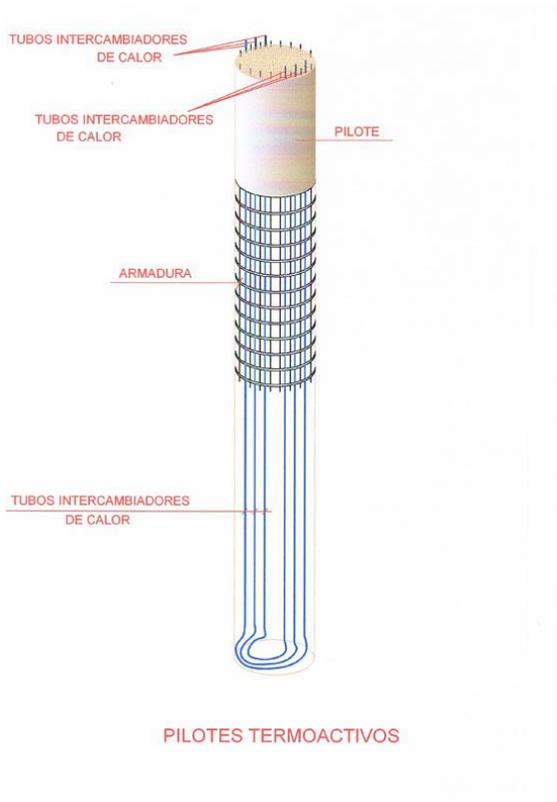


Ilustración 84. Pilotes y Micropilotes Geotérmicos. Tomado de: <http://www.pilotesyobras.com/>

Según esta investigación, en países tropicales como Colombia no es necesario contar con sistemas geotérmicos a grandes profundidades a diferencia de Europa que deben contar con pilotes geotérmicos mínimo a profundidades de 12m, puesto que la variación de temperatura se encuentra entre los 20°C y 25°C. El autor expresa que las cimentaciones geotérmicas pueden representar un gran beneficio de la construcción de edificaciones en Colombia para los sistemas de climatización, a pesar de representar un costo elevado en cuanto a su inversión inicial, se puede considerar un beneficio a largo plazo por la reducción de gastos que será producto del ahorro energético por la climatización.

### 5.6.2 Marco Conceptual

A continuación, se darán a conocer algunos de los términos más importantes para comprender la función de la energía geotérmica y como esta influye dentro de la sostenibilidad de una edificación.

**Geotermia:** Según (Energía, 2019) la Geotermia es el aprovechamiento de del calor producido por al interior del suelo, teniendo en cuenta que el calor interno en la tierra es una fuente de energía que puede producir en magnitud calor, frio y electricidad.

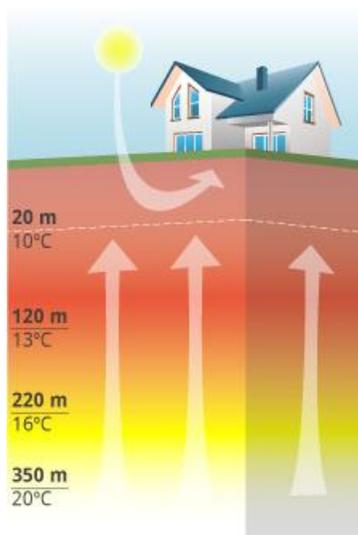


Ilustración 85. Geotermia. Tomado de: <http://www.groen.es/>

Esta se puede clasificar en dos tipos, geotermia profunda y geotermia superficial, la primera de estas no depende las condiciones climáticas ni las estaciones del año de la localización geográfica donde se realiza el estudio mientras que la segunda si se puede ver afectada por los efectos térmicos del ambiente como la hora del día, la estación del año o las condiciones climáticas.

**Construcción Sostenible:** De acuerdo con La construcción sostenible (Ramírez, 2018), se puede definir como aquella que, teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales.



Ilustración 86. Construcción sostenible. Tomado de: <https://www.cice.es/>

**Ahorro Energético:** Es aquel que busca cumplir las mismas funciones en la utilización de la energía, pero utilizándola de mejor manera, es decir, con la misma o con menos energía posible obteniendo los mismos resultados; para lograr esto es necesaria la utilización de nuevas tecnologías, las técnicas y los hábitos de consumo o la combinación de todos.

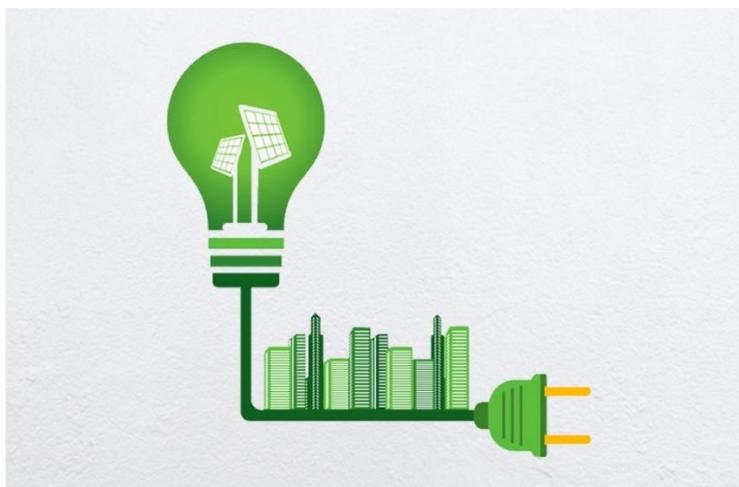


Ilustración 87. Ahorro energético. Tomado de: <https://vogar.com.mx/>

La necesidad del ahorro nace de las consecuencias que el consumo de energía genera en el medio ambiente, como los efectos del calentamiento global y del cambio

climático, problemática que afecta al mundo entero, por lo que se está buscando una reducción energética considerable para no tener efectos negativos de más intensidad.

Existen diferentes tipos de energía que es importante conocer Guía de Energía geotérmica (Guillermo Llopis, 2008), entre ellas tenemos:

**Energía renovable:** Es aquella que está disponible en la naturaleza y que a pesar de su consumo podrá ser utilizada por miles de años más. Dentro de esta energía está el calor de la tierra que se explota mediante sistemas geotérmicos.



Ilustración 88. Energía renovable. Tomado de: <https://revistardenergia.com/>

**Energía limpia:** Es aquella que no emite ningún tipo de gas que pueda contaminar el ambiente, es decir, que sean lo suficientemente eficientes que no requieran de energía eléctrica para su funcionamiento.



Ilustración 89. Energía limpia. Tomado de: <https://www.pv-magazine-mexico.com>

**Energía económica:** Se podría llamar energía económica a toda aquella que reduzca considerablemente los costos ya sea en su instalación, en su ejecución o en su funcionamiento de su vida útil.

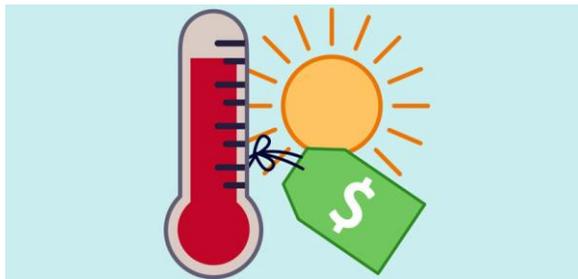


Ilustración 90. Energía económica. Tomado de: <https://www.elheraldo.co/>

**Eficiencia energética:** Esta energía trabaja para el funcionamiento de los sistemas teniendo en cuenta la reducción significativa de los recursos utilizados, desde el punto de vista ambiental y económico.



Ilustración 91. Eficiencia energética. Tomado de: <https://news.solislima.com/>

Según la Guía de Energía geotérmica (Guillermo Llopis, 2008) se deben considerar los siguientes términos:

**Gradiente geotérmico:** es la variación de temperatura en función de la profundidad, expresado en °C/km.

**Conducción:** es la transferencia de calor a través de un medio por interacción entre partículas adyacentes. Puede tener lugar en sólidos, líquidos y gases, aunque es

característica de los sólidos, puesto que en gases y líquidos siempre se producirá convección simultáneamente.

**Convección:** es el modo en que se transfiere la energía térmica entre una superficie sólida y un fluido adyacente líquido o gas. Comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento del fluido provocado por las diferencias de densidad del mismo. Las partículas más calientes del fluido y, por tanto, menos densas, ascienden, desplazando a las más frías, que se hunden por gravedad, dado que son más densas, y éstas, posteriormente, al calentarse, son empujadas otra vez hacia arriba.



Ilustración 92. Conducción, convección y radiación. Tomado de: <https://curiosoando.com/>

**Conductividad térmica:** Es el flujo de calor transmitido por conducción a través de un cuerpo sometido a un gradiente de temperatura de 1 K/m (1 grado Kelvin por metro). Se expresa en  $W/m \cdot K$ , o en  $W/m \cdot ^\circ C$ .

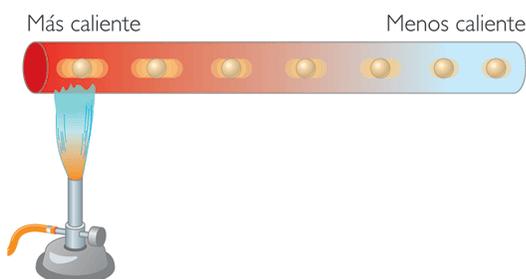


Ilustración 93. Conductividad térmica. Tomado de: <http://misteriosdelacienciajm.blogspot.com/>

**Capacidad térmica volumétrica:** Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 m<sup>3</sup> de terreno en 1 K. Se expresa en  $J/m^3 \cdot K$ .

**Permeabilidad:** Es la capacidad de un suelo o roca para ser atravesado por el agua. Se expresa en m/s. Permite determinar la velocidad de flujo del agua subterránea.

Saber la temperatura del suelo nos sirve para determinar qué tipo de climatización podemos obtener y si la energía recolectada del suelo es la suficiente para alcanzar lo deseado. Para ello la Guía de Energía geotérmica (Guillermo Llopis, 2008) ha determinado cuatro tipos de temperatura.

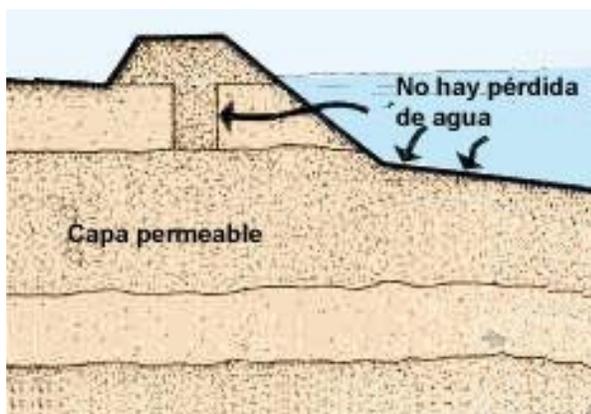


Ilustración 94. Permeabilidad. Tomado de: <http://www.fao.org/>

**Alta temperatura:** Una temperatura superior a 150 °C permite transformar directamente el vapor de agua en energía eléctrica.

**Media temperatura:** Entre 90 y 150 °C, permite producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio, que es el que alimenta a las centrales.

**Baja temperatura:** Entre 30 y 90 °C, su contenido en calor es insuficiente para producir energía eléctrica, pero es adecuado para calefacción de edificios y en determinados procesos industriales y agrícolas.

**Muy baja temperatura:** Menos de 30 °C, puede ser utilizada para calefacción y climatización, necesitando emplear bombas de calor.

Para la instalación del sistema de climatización termoactivo hay diferentes elementos que componen el sistema, como lo son las sondas geotérmicas, la bomba de calor, los distanciadores, uniones, material de relleno, entre otros. A continuación, se definirán los dos elementos que se consideran de mayor importancia ya que gracias a ellos el sistema es lo suficientemente eficiente en el ahorro de energía.

**Bomba de calor:** De acuerdo con TecnoVerde (TecnoVerde, 2019) es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera.

Para ello utiliza las propiedades de cambio de estado de un fluido refrigerante y la 2ª Ley de la termodinámica: el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan.



Ilustración 95. Bomba de calor. Tomado de: <https://blog.caloryfrio.com/>

Las bombas de calor son los dispositivos de climatización más eficientes que existen. Se basan en la técnica de “refrigeración por compresión“, que se aplica también a otros aparatos, como el refrigerador, los sistemas de aire acondicionado o la climatización geotérmica.

**Sondas geotérmicas:** Según la Guía de Energía geotérmica (Guillermo Llopis, 2008) las sondas geotérmicas son colectores de calor, en posición vertical, en el interior de uno o varios sondeos, con profundidades que pueden ir desde cerca de 20 m hasta más de 100 m, y diámetros de perforación de tan sólo 10 a 15 cm. Un parámetro clave para el dimensionamiento de una sonda geotérmica es la potencia de extracción de calor por metro lineal de sonda, y varía, generalmente, entre 20 y 70 W/m.

Para poder dimensionar una sonda geotérmica es necesario conocer previamente:

- Conductividad térmica del terreno.

- Humedad natural del suelo.
- Presencia o ausencia de aguas subterráneas.
- Tipo de prestaciones de la instalación.



Ilustración 96. Sondas geotérmicas. Tomado de: <https://www.interempresas.net/>

### 5.6.3. Marco Legal

Los sistemas de climatización HVAC en Colombia tienen un marco legal que principalmente se fundamenta en el cumplimiento de lineamientos y parámetros para la calidad del aire, ventilación y climatización de las edificaciones establecidos por el Ministerio de Salud, Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible y las Normas Técnicas Colombianas que establecen requisitos para los sistemas de climatización en el país.

Por lo anterior, a continuación, se mencionan las principales normativas aplicables:

- **Ley 697 de 2001:** Declara que el uso racional y eficiente de la energía corresponde al interés social, público y de orden nacional, por lo tanto, establece lineamientos y estrategias a través de un programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas no convencional – PROURE, con el fin de promover la optimización de los recursos y el ahorro energético.
- **Resolución 549 de 2015. Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio:** Determina parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones
- **Resolución No. 4445 de 1996. Ministerio de Salud:** Se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la ley 9 de 1979, respecto a las condiciones sanitarias que deben cumplir las Instituciones Prestadoras de Salud en sus

instalaciones, menciona en su Capítulo X Características de las áreas los lineamientos mínimos respecto a calidad de aire y condiciones del ambiente en la edificación.

- **Resolución No. 601 de 2006. Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial:** Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, en esta se definen los niveles permitidos de contaminación y los programas de reducción de la contaminación del aire.

- **Decreto No. 979 de 2006. Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial:** Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. De las clases de normas de calidad del aire o de los distintos niveles periódicos de inmisión, modifica los niveles de exposición a la contaminación del aire, y las medidas de contingencia en caso de superar estos niveles máximos permitidos.

- **NTC 2050. Aire acondicionado. Acondicionadores de aire para recintos:** Menciona en la Sección 440 las disposiciones para equipos de aire acondicionado y refrigeración, clasificados para no más de 600 V de corriente alterna (c.a.) y destinados a la instalación según el Código Eléctrico Nacional.

- **NTC 5183. Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores:** Establece los lineamientos para la ventilación en los espacios interiores o cerrados que la gente puede ocupar, excepto cuando otras normas y requisitos vigentes requieran mayor cantidad de ventilación que esta norma, así como la calidad de esta. Especifica las tasas máximas de ventilación y calidad de aire interior, con el objeto de minimizar los efectos adversos a la salud humana.

- **NTC 5852. Norma de seguridad para sistemas de refrigeración.** Esta norma técnica establece las especificaciones de diseño, construcción, instalación y funcionamiento con seguridad de los sistemas de refrigeración.

- **Reglamento Técnico de Instalaciones Térmicas en Edificaciones RITE 2017:** Establece los lineamientos mínimos para el confort térmico en las instalaciones de las edificaciones, así como garantizar medidas de eficiencia energética, protección al medio ambiente y seguridad, así como define exigencias técnicas para el diseño y

dimensionamiento de las instalaciones de climatización, montaje, mantenimiento y funcionamiento.

Finalmente, es necesario evaluar los equipos del sistema de climatización que se rigen por los parámetros establecidos en las diferentes normas técnicas internacionales y nacionales, para el caso de las bombas de calor la norma americana ANSI/ARI 320 es la más adecuada para desarrollar la evaluación de estos equipos, debido a que es una norma bastante completa y además incluye procesos de evaluación de otras normas pequeñas con algunas modificaciones. A continuación, se relacionan las normas para la evaluación de equipos en producción de frío:

**Tabla 4. . Normas para evaluación de equipos de producción de frío**

NORMA	TITULO
<b>ARI 340/360</b>	PERFORMANCE RATING OF COMMERCIAL AND INDUSTRIAL UNITARY AIR- CONDITIONING AND HEAT PUMP EQUIPMENT [9]
<b>ARI 320</b>	WATER- SOURCE HEAT PUMPS [10]
<b>NT VVS 076</b>	LARGE HEAT PUMPS: FIELD TESTING AND PRESENTATION OF PERFORMANCE [11]
<b>NBN EN 14511-2</b>	AIR CONDITIONERS, LIQUID CHILLING PACKAGES AND HEAT PUMPS WITH ELECTRICALLY DRIVEN COMPRESSORS FOR SPACE HEATING AND COOLING - PART 2: TEST CONDITIONS [12]
<b>ARI 290</b>	AIR-CONDITIONING AND HEAT PUMP EQUIPMENT INCORPORATING POTABLE WATER HEATING DEVICES [13]
<b>ARI 390</b>	PERFORMANCE RATING OF SINGLE PACKAGE VERTICAL AIR- CONDITIONERS AND HEAT PUMPS [14]
<b>ARI 1160</b>	PERFORMANCE RATING OF HEAT PUMP POOL HEATERS [15]
<b>ARI 210/240</b>	PERFORMANCE RATING OF UNITARY AIR- CONDITIONING AND AIR- SOURCE HEAT PUMP EQUIPMENT [16]
<b>ARI 310/380</b>	STANDARD FOR PACKAGED TERMINAL AIR-CONDITIONERS AND HEAT PUMPS [17]
<b>NTC 5380</b>	ACONDICIONADORES DE AIRE Y BOMBAS DE CALOR SIN CONDUCTOS. ENSAYO Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO

Ilustración 97. Diseño básico de un banco de pruebas para bombas de calor agua-aire de baja potencia a escala de laboratorio. Universidad Pontificia Bolivariana.

#### 5.6.4 Marco Productivo

Las cimentaciones termoactivas y estructuras geotérmicas se consideran un yacimiento geotérmico de muy baja temperatura, debido a que casi la totalidad de la corteza terrestre tiene un yacimiento de menos de 30°C a pocos metros de profundidad, que es

bastante provechoso para la climatización de edificaciones. Esto debido a que, a partir de los 10m de profundidad y con poca circulación de agua subterránea, el subsuelo tiene la capacidad de almacenar el calor que se recibe de la corteza por el sol, y mantenerlo almacenado por un largo tiempo.

De igual manera, las condiciones climáticas, la radiación solar y las propiedades del suelo influyen sobre la temperatura del subsuelo hasta cierta profundidad. A partir de 15 metros de profundidad el yacimiento no dependerá de la temperatura superficial sino de las condiciones geológicas y geotérmicas. Y por debajo de los 20 metros de profundidad, la temperatura aumenta  $3^{\circ}\text{C}$  cada 100 metros. (TRILLO)

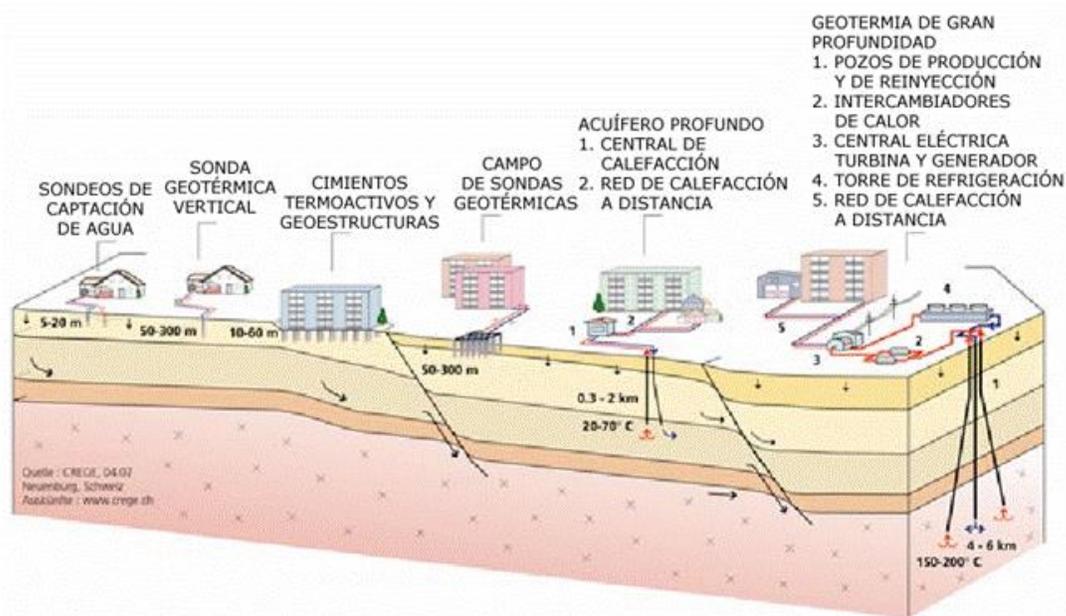


Figura 3.9. Varios aprovechamientos del calor de la Tierra.  
(Fuente: Cattin, S. Crege. Géothermie. CH).

Ilustración 98. Uso de energía geotérmica en edificaciones (Fuente: Cattin, S. Crege. Geothermie CH)

Estos recursos de muy baja temperatura se caracterizan por encontrarse bajo cualquier lugar habitado del planeta, y su aprovechamiento se realiza a través de bombas de calor geotérmicas, por lo cual, es de gran relevancia definir la manera más adecuada

para explotar este recurso sin que se agote y tenga la capacidad de satisfacer la demanda energética.

A este yacimiento de muy baja temperatura se le denomina energía geotérmica somera, que, para la realización de sus estudios y cálculos, es necesario contemplar las horas de funcionamiento anual, las cargas térmicas y la modalidad de demanda, determinando las instalaciones que serán necesarias, como; colectores horizontales enterrados, sondas geotérmicas, sondas de captación de agua someros y cimientos geotérmicos.

### **Colectores horizontales enterrados:**

Se instalan con una capa superficial de 0,8m de espesor, en los cuales se entierran unos colectores horizontales que son tubos de polietileno de 25mm a 40mm de diámetro, por lo que circula agua con anticongelante que se conectan a una bomba de calor geotérmica. Estas instalaciones tienen la capacidad de cubrir las necesidades de confort térmico de una vivienda familiar de aproximadamente 150m<sup>2</sup>. Para estas instalaciones, es necesario que el terreno tenga un espacio libre de 1,5 veces la superficie que se va a climatizar y permiten la captación de 20 a 30W de energía térmica por m<sup>2</sup>.

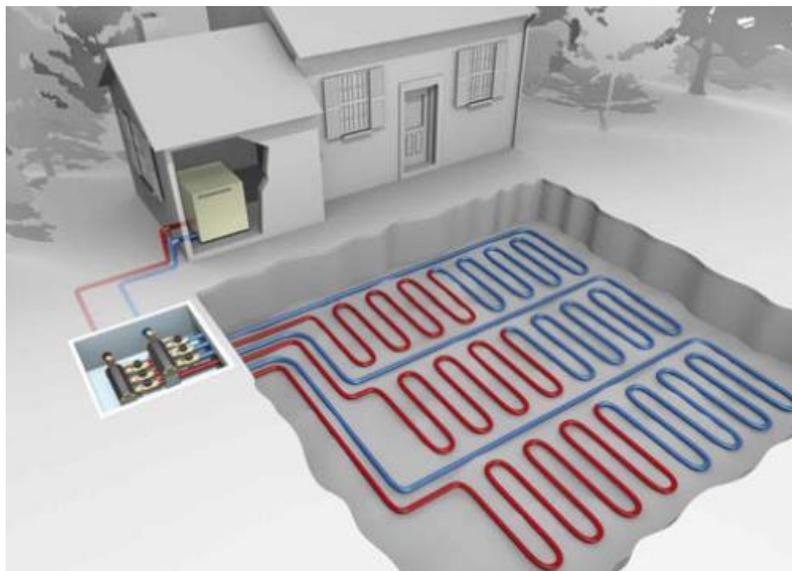
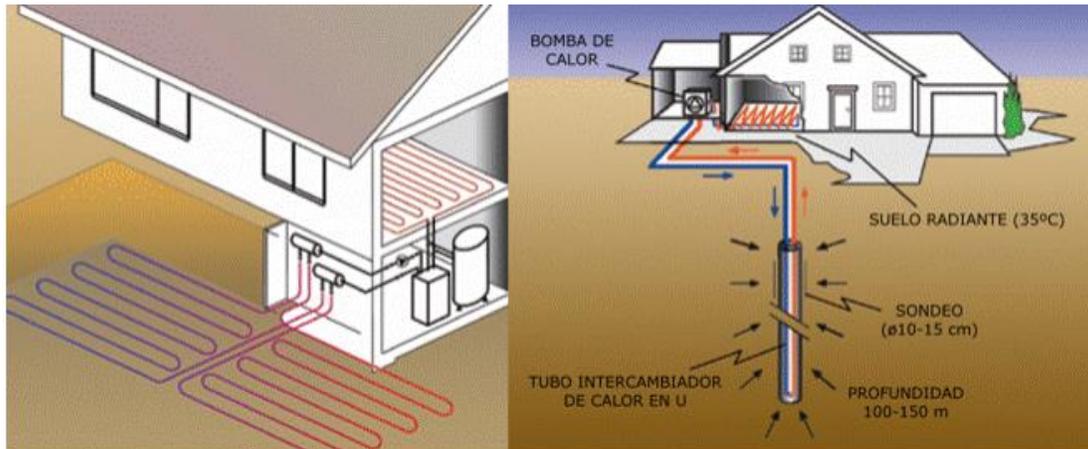


Ilustración 99. Captadores horizontales. Tomado de: <https://www.t-reunidas.es/>

**Sondas geotérmicas:**

Para las edificaciones que requieran de una mayor carga térmica se pueden implementar colectores verticales con profundidades aproximadas de 20m hasta 100m, y diámetros de perforación de 10 a 15cm. Para el adecuado dimensionamiento de una sonda geotérmica se debe tener en cuenta que la potencia de extracción de calor por cada metro lineal es de 20 a 70W/m, además de conocer los siguientes aspectos:

- Conductividad térmica del terreno
- Humedad del suelo: Esto permitirá mejorar la conductividad térmica y un adecuado contacto entre la sonda y el suelo.
- Nivel freático: Cuando una sonda geotérmica se encuentra cercana a una capa freática en los que el agua presenta una velocidad de flujo superior a varios centímetros por día, permite que la cantidad de calor útil aumente.
- Funcionamiento de la edificación: Determinar las horas de funcionamiento, condiciones climáticas del entorno.



**Figura 3.10. Colectores horizontales enterrados y sonda geotérmica vertical. Dos tipos de captadores para alimentación de una bomba de calor en una casa individual. (Fuente: Haka Gerodur /CHYN. Géothermie. L'Utilisation de la chaleur terrestre. Suisse énergie).**

62

Ilustración 100. Colectores horizontales y verticales. Tomado de: <https://www.t-reunidas.es/>

En suelos y rocas secas, y aquellos materiales de revestimiento de las sondas, la propagación de calor se realiza por conducción, respecto al líquido que circula al interior de las sondas el calor se propaga por convección natural y por convección forzada, en caso de que estas pasen por un medio poroso saturado en agua existirá propagación de calor por convección natural y forzada.

Cuando se trate de transferencia de calor por conducción es muy importante tener en cuenta la conductividad y la capacidad térmica volumétrica del terreno, y para la transferencia de calor por convección se debe tener en cuenta la permeabilidad del terreno.

A continuación, se muestran las propiedades de conductividad y capacidad térmica volumétrica que presentan los diferentes tipos de rocas y materiales:

**Tabla 3.1. Conductividad térmica y capacidad térmica volumétrica de diferentes tipos de rocas y materiales.**

TIPO DE ROCA	Conductividad térmica (W/mK)			Capacidad térmica volumétrica
	min.	valor típico	max.	(MJ/m <sup>3</sup> K)
<b>Rocas magmáticas</b>				
Basalto	1,3	1,7	2,3	2,3 - 2,6
Diorita	2,0	2,6	2,9	2,9
Gabro	1,7	1,9	2,5	2,6
Granito	2,1	3,4	4,1	2,1 - 3,0
Peridotita	3,8	4,0	5,3	2,7
Riolita	3,1	3,3	3,4	2,1
<b>Rocas metamórficas</b>				
Gneis	1,9	2,9	4,0	1,8 - 2,4
Mármol	1,3	2,1	3,1	2,0
Metacuarcita		aprox. 5,8		2,1
Micasquistos	1,5	2,0	3,1	2,2
Esquistos arcillosos	1,5	2,1	2,1	2,2 - 2,5
<b>Rocas sedimentarias</b>				
Caliza	2,5	2,8	4,0	2,1 - 2,4
Marga	1,5	2,1	3,5	2,2 - 2,3
Cuarcita	3,6	6,0	6,6	2,1 - 2,2
Sal	5,3	5,4	6,4	1,2
Arenisca	1,3	2,3	5,1	1,6 - 2,8
Rocas arcillosas, limosas	1,1	2,2	3,5	2,1 - 2,4
<b>Rocas no consolidadas</b>				
Grava, seca	0,4	0,4	0,5	1,4 - 1,6
Grava, saturada de agua		aprox. 1,8		aprox. 2,4
Morrena	1,0	2,0	2,5	1,5 - 2,5
Arena, seca	0,3	0,4	0,8	1,3 - 1,6
Arena, saturada de agua	1,7	2,4	5,0	2,2 - 2,9
Arcilla / limo, seco	0,4	0,5	1,0	1,5 - 1,6
Arcilla / limo, saturado de agua	0,9	1,7	2,3	1,6 - 3,4
Turba	0,2	0,4	0,7	0,5 - 3,8
<b>Otros materiales</b>				
Bentonita	0,5	0,6	0,8	aprox. 3,9
Hormigón	0,9	1,6	2,0	aprox. 1,8
Hielo (-10 °C)		2,32		1,87
Plástico (PE)		0,39		-
Aire (0 - 20 °C, seco)		0,02		0,0012
Acero		60,0		3,12
Agua (+10 °C)		0,58		4,19

Ilustración 101. Conductividad y capacidad térmicas volumétrica. Tomado de: Paud, D. Geothermal energy and heat storage. 2002.

De acuerdo con la anterior información, el proyecto se desarrollará a partir de un sistema de sondas geotérmicas compuesto de colectores verticales que se instalarán en la cimentación de la edificación para la correcta generación de la energía geotérmica, en dos ciudades de la región caribe del país, cuyas características y propiedades se describirán detalladamente a continuación en el marco sociocultural.

Ahora bien, respecto a los elementos e insumos requeridos en la ejecución del proyecto se debe tener en cuenta la demanda energética de la edificación y la superficie aproximada que será climatizada como se muestra en el siguiente cuadro:

Conociendo la demanda energética y la superficie del edificio se puede seleccionar un KIT adecuado en base a la siguiente tabla:

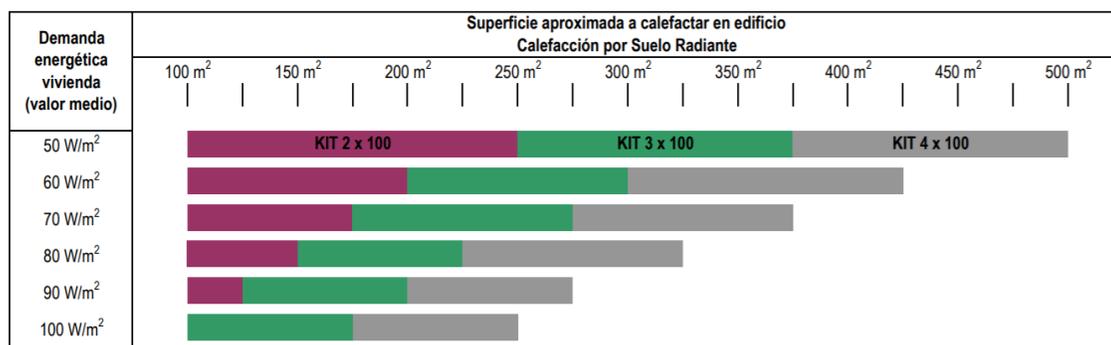


Ilustración 102. Catálogo de productos. Sistemas Raugo para la captación geotérmica. <https://www.rehau.com/>

Realizando la estimación de una superficie a climatizar que aplique a las condiciones del kit 3x100 será necesario contar con los siguientes elementos requeridos para la ejecución de la perforación, las sondas verticales hasta el colector, el sistema de colectores y su conexión con la bomba de calor geotérmica:

229A21103			KIT 3x100 PE-RC
Cantidad	U.M.	Artículo	Descripción
3	ud	131346-100	Sonda RAUGEO PE-RC DUO 32x2,9mm L=100m Sonda doble (4 tubos) fabricada en RAU-PE-RC alta densidad según PAS 1075, incluye pie de sonda y certificación SKZ. Temperaturas de servicio: -20°C a +30°C. Diámetro pie de sonda 96mm.
3	ud	352430-002	Juego de perfiles planos para sonda RAUGEO PE DUO. Para la correcta fijación de peso RAUGEO a la sonda doble DUO (4 tubos) PE100
3	ud	352400-002	Peso RAUGEO 12,5 Kg. Permite la inserción de la sonda de forma vertical y coaxial al eje de la perforación. Es posible suplementar con más pesos RAUGEO.
6	ud	350499-001	Racor en Y PE 32-32-40. Para la unión de impulsiones y retornos en sonda doble, material PE100 a emplear con manguitos electrosoldables.
12	ud	245022-001	Manguito electrosoldable ESM REHAU 32mm PE100. Accesorio electrosoldable REHAU, material PE100, PN16.
6	ud	245672-001	Codo 90° electrosoldable REHAU 40x3,7mm. Accesorio electrosoldable REHAU, material PE100, SDR 11 PN16.
100	m	136505-100	Tubo RAUGEO Collect 40x3,7 PE-RC L=100m 0
1	ud	304223-001	RAUGEO CLICK Colector con caudalímetro 10-30l/min 3-vías. Colector geotérmico preensamblado en fibra de vidrio reforzada, apto para calor y frío (-20 a +40°C). Diámetro interior 2-1/2". Módulo impulsión con válvulas de corte, y módulo retorno con caudalímetros 10-30l/min. Presión operativa 6 bar, máxima 10bar.
1	ud	209896-001	RAUGEO CLICK Set válvulas de corte principales. Compuesto por 2 válvulas, impulsión y retorno principales colector.
3	ud	304256-001	RAUGEO CLICK Fitting-Set d40. Adaptador de conexión para conectar tubería PE y PE-Xa 40mm.
2	ud	353774-001	Termo-Manómetro 1/2" para colector modular RAUGEO Combinación de Termómetro y Manómetro en único dispositivo, colocación en impulsión y retorno. Rango de temperatura: -20°C-60°C. Rango de presión: 0-6bar
2	ud	354752-001	Reducción R 3/8" x Rp 1/2" Combinación de Termómetro y Manómetro en único dispositivo, colocación en impulsión y retorno. Rango de temperatura: -20°C-60°C. Rango de presión: 0-6bar

Ilustración 103. Catálogo de productos. Sistemas Raugéo para la captación geotérmica.  
<https://www.rehau.com/>

En caso de requerirse una mayor superficie a climatizar y una mayor demanda energética, se podrá tener en cuenta el kit 4 x 100, que cuenta con los siguientes elementos, que a su vez no representa un estudio de capacidad térmica sino una estimación general:

229A21104			KIT 4x100 PE-RC
Cantidad	U.M.	Artículo	Descripción
4	ud	131346-100	Sonda RAUGEO PE-RC DUO 32x2,9mm L=100m Sonda doble (4 tubos) fabricada en RAU-PE-RC alta densidad según PAS 1075, incluye pie de sonda y certificación SKZ. Temperaturas de servicio: -20°C a +30°C. Diámetro pie de sonda 96mm.
4	ud	352430-002	Juego de perfiles planos para sonda RAUGEO PE DUO. Para la correcta fijación de peso RAUGEO a la sonda doble DUO (4 tubos) PE100
4	ud	352400-002	Peso RAUGEO 12,5 Kg. Permite la inserción de la sonda de forma vertical y coaxial al eje de la perforación. Es posible suplementar con más pesos RAUGEO.
8	ud	350499-001	Racor en Y PE 32-32-40. Para la unión de impulsiones y retornos en sonda doble, material PE100 a emplear con manguitos electrosoldables.
16	ud	245022-001	Manguito electrosoldable ESM REHAU 32mm PE100. Accesorio electrosoldable REHAU, material PE100, PN16.
8	ud	245672-001	Codo 90° electrosoldable REHAU 40x3,7mm. Accesorio electrosoldable REHAU, material PE100, SDR 11 PN16.
100	m	136505-100	Tubo RAUGEO Collect 40x3,7 PE-RC L=100m 0
1	ud	304233-001	RAUGEO CLICK Colector con caudalímetro 10-30l/min 4-vías. Colector geotérmico preensamblado en fibra de vidrio reforzada, apto para calor y frío (-20 a +40°C). Diámetro interior 2-1/2". Módulo impulsión con válvulas de corte, y módulo retorno con caudalímetros 10-30l/min. Presión operativa 6 bar, máxima 10bar.
1	ud	209896-001	RAUGEO CLICK Set válvulas de corte principales. Compuesto por 2 válvulas, impulsión y retorno principales colector.
4	ud	304256-001	RAUGEO CLICK Fitting-Set d40. Adaptador de conexión para conectar tubería PE y PE-Xa 40mm.
2	ud	353774-001	Termo-Manómetro 1/2" para colector modular RAUGEO Combinación de Termómetro y Manómetro en único dispositivo, colocación en impulsión y retorno. Rango de temperatura: -20°C-60°C. Rango de presión: 0-6bar
2	ud	354752-001	Reducción R 3/8" x Rp 1/2" Combinación de Termómetro y Manómetro en único dispositivo, colocación en impulsión y retorno. Rango de temperatura: -20°C-60°C. Rango de presión: 0-6bar

Ilustración 104. Catálogo de productos. Sistemas Raugéo para la captación geotérmica.

<https://www.rehau.com/>

### 5.6.5 Marco Sociocultural

Principalmente se seleccionaron dos ciudades de la región caribe de Colombia, debido a sus condiciones climáticas y propiedades geológicas y geotérmicas en el terreno. En ese sentido, se tuvo en cuenta el Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios, de la Resolución No. 0549 de 2015, por la cual se disponen lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones, la cual contiene información de altitud, clima y población de los municipios del país. (Ministerio de vivienda, 2015)

La ciudad de Barranquilla presenta una altitud de 24 m.s.n.m. y la ciudad de Cartagena una altitud de 1 m.s.n.m., ambas ciudades presentan un clima cálido húmedo y porcentajes con respecto nacional del 2,58% y 2,08% respectivamente. La ciudad de Barranquilla, así como la región del Caribe Colombiano, se encuentran dispuestas por las interacciones de las Placas de Nazca, Caribe y Suramérica, ubicada específicamente en una la región denominada Terreno Sinú – San Jacinto. (Rodríguez, 2014).

La mayor parte del terreno de la ciudad de Barranquilla predomina los suelos arcillosos, con un relieve bajo a suavemente ondulado, así como lodolitas de colores grises y amarillos, que esporádicamente están intercaladas con arenitas cuarzosas de grano fino, teniendo espesores en promedio que pueden sobrepasar los 20 metros de espesor. En general, los tipos de suelos que se encuentran son:

- **Rocas calizas arrecifales:** Se componen por conchas y especies fosiles, poseen una alta resistencia a la compresión, y se puede encontrar moderadamente meteriozada. Se encuentra en la zona norte de la ciudad, al occidente del centro comercial Buenavista, al oriente del centro comercial Miramar y en la zona de canteras de cementos Argos.
- **Rocas calizas alcalinosa:** Son rocas ligeramente limosas, dispersivas, con baja plasticidad y se presentan principalmente en las zonas planas y ligeramente onduladas que tienen poca vegetación, el espesor es hasta de 4 metros.
- **Arenas:** Los suelos arenosos, con alta porosidad y permeabilidad, con granos de fino a grueso de color gris a marrón, se encuentran en los alrededores del sector de la Avenida Olaya Herrera, canteras de cementos Argos, barrio Villa Santos, La Pradera y al occidente del centro comercial Buenavista.
- **Médanos:** Presentan una alta porosidad y permeabilidad, baja compresibilidad y consistencia, son granos finos a medios y su espesor es inferior a 20 metros, se encuentran en la zona norte de la ciudad.
- **Arcilla:** Se presentan en los sectores de Villa Santos, Campo Alegre y el barrio El Bosque, poseen caolinitas e illitas que brindan un comportamiento expansivo moderado al suelo.

A continuación, se muestra el perfil estratigráfico típico de la ciudad de Barranquilla:

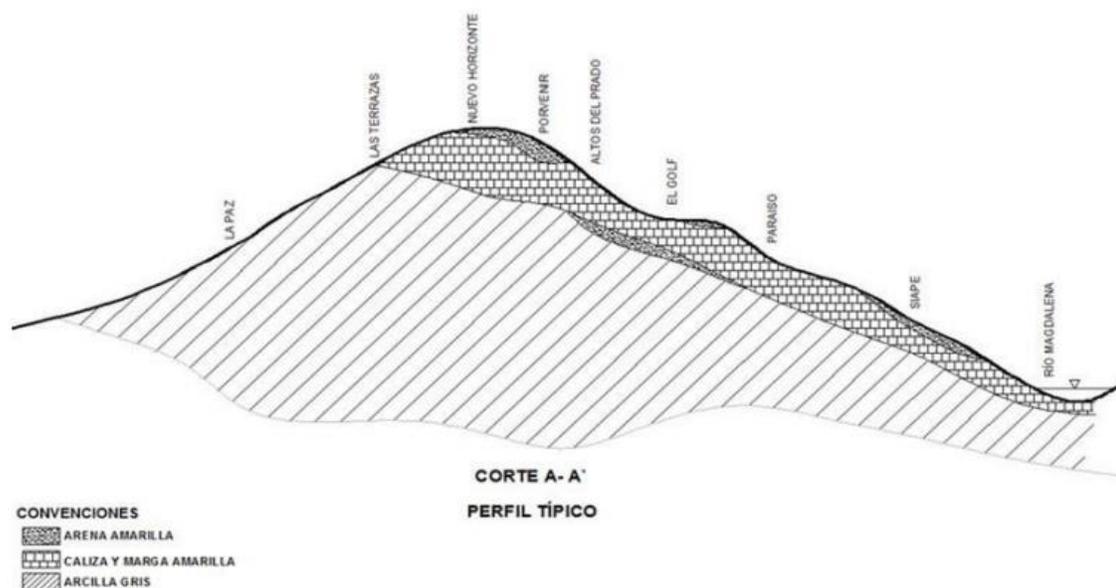


Figura 2. Perfil estratigráfico típico de Barranquilla

Ilustración 105. Perfil estratigráfico típico de Barranquilla. Tomado de: <http://www.laccei.org/>

Por lo anterior, los suelos presentes en la ciudad de Barranquilla son principalmente gravas, arenas, limos y arcillas, teniendo en cuenta que las gravas se encuentran en el norte de la ciudad, las arcillas en el noroccidente y las arenas en el centro y nororiente de la ciudad.

Respecto a las condiciones climáticas de Barranquilla, como se mencionó anteriormente presenta un clima cálido húmedo con temperaturas promedio entre los 25 y 30°C, presentando mayores precipitaciones en los meses de septiembre a noviembre, y una temporada de sequía en los meses de enero a abril.

La velocidad del viento de la ciudad de Barranquilla por supuesto depende de la ubicación y sus condiciones topográficas, sin embargo, según el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH (CIOH) y los registros del IDEAM en promedio la

velocidad del viento por hora es entre los 16,7km/h a 21,96km/h, durante los meses de abril a junio se presentan velocidades entre los 9,72km/h a 17,28km/h, en las temporadas de junio a julio se registran velocidades de 4,5km/h y 11,52km/h y para los meses de agosto a noviembre se presentan velocidades de 7,92km/h a 11,16km/h.

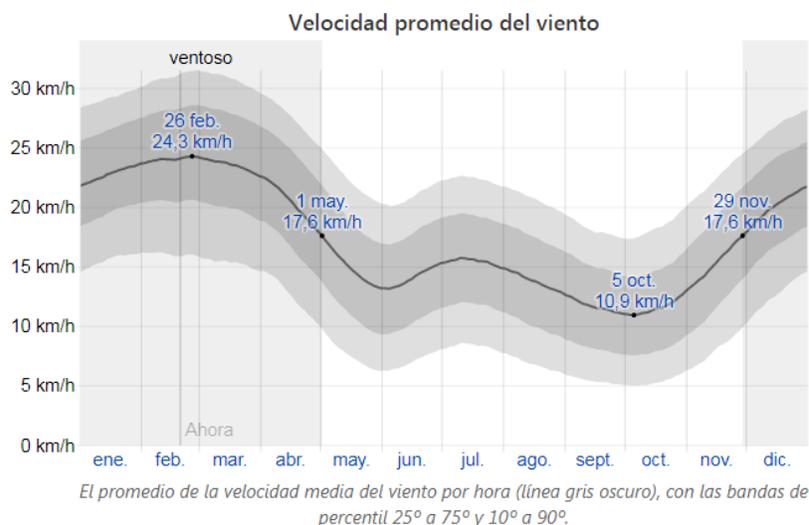
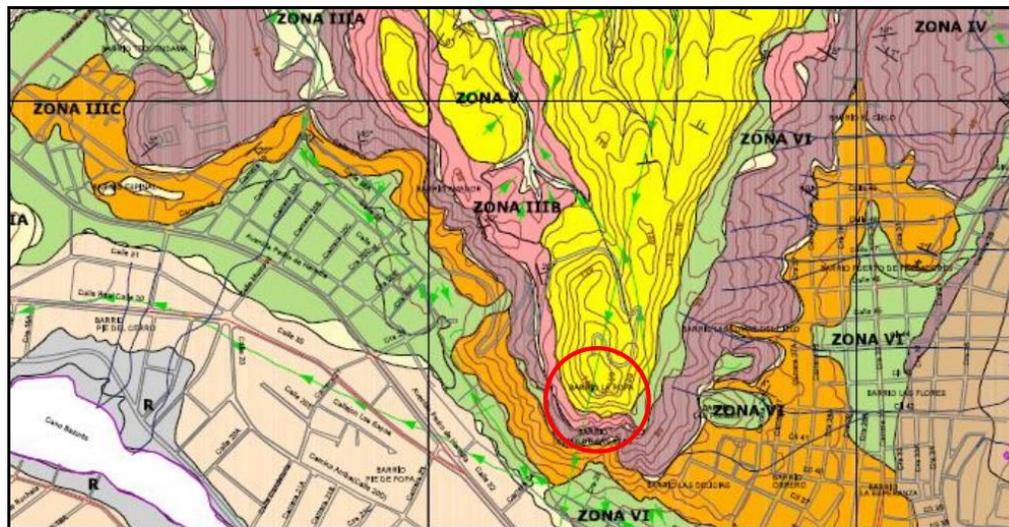


Ilustración 106. Velocidad del viento promedio de Barranquilla. Tomado de: <https://es.weatherspark.com/>

En cuanto a la dirección del viento, predominan dos flujos; una con dirección noreste con un 42,7% y norte con un 25%, al igual que también se presentan flujos en sentido Este con 5,8%, sureste con 6,1% y sur con 6,1%.

Ahora bien, respecto a la ciudad de Cartagena al igual que Barranquilla se ubica en el Terreno Sinú, por lo que en las estructuras definidas se presentan pliegues, fallas y lineamientos. Se encuentra desarrollada sobre materiales de areniscas cuarzosas, calcáreas, arcillolitas y otras rocas sedimentarias marinas, así como depósitos cuaternarios.

Cartagena es una ciudad con material principalmente arcilloso, en el sector de La Popa se encuentran a una profundidad de 0,5m a 4m una secuencia de calizas arrecifales de color amarillo porosas, con intercalaciones arcillolitas calcáreas de capas entre 0,3 a 0,5m de espesor. También se identifican a 23m arcillolitas grises y limolitas parduscas, con intercalaciones de areniscas calcáreas pardo grisáceas de 2 a 5cm de espesor.



**Figura 14.** Zonificación geotécnica del área de interés (INGEOMINAS, 2001). El círculo rojo indica la zona visitada

Ilustración 107. Zonificación geotécnica de Cartagena. Tomado de: <http://recordcenter.sgc.gov.co>

De acuerdo con el anterior mapa de la zonificación geotécnica de Cartagena, se obtiene como información que la zona IIIB posee a los 5m de profundidad arcillas oscuras amarillentas con presencia de gránulos calcáreos de consistencia fina a firme, humedades naturales entre el 17 y 20%, índices de plasticidad entre el 15 y 20% y una resistencia a la compresión no confinada entre el 1 y 1,5kg/cm<sup>2</sup>, respecto a la zona IIIC se encuentra arcilla parda grisácea con presencia de yeso con hasta 20cm de espesor, con humedades naturales entre el 15 y 25%, índice de plasticidad entre el 30 y 40% y una resistencia a la compresión no confinada entre el 1,5 al 2,0kg/cm<sup>2</sup>.

Por su parte, la zona IV se caracteriza por tener areniscas arcillosas conglomeráticas con capas de 20 a 30cm, una humedad relativa del 10 al 15% e índice de plasticidad menos del 8%. La zona V corresponde a un material rocoso constituido por calizas, areniscas y arcillolitas, las cuales poseen una resistencia a la compresión simple entre 50 y 60kg/cm<sup>2</sup>, 0,25 y 0,35kg/cm<sup>2</sup> y 9 y 10kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, clasificándolas como rocas blandas. Finalmente, la zona VI se compone por material arenoso, limoso y gravas.

En general, la ciudad de Cartagena está compuesta por suelos arcillosos, limosos, arenosos y calizas, respecto a su nivel freático se tiene presencia de presiones hidrostáticas no uniformes, obteniendo profundidades promedio de 0,3m a 0,5m, teniendo en cuenta que esta puede variar dependiendo la época del año.

Respecto a las condiciones climáticas, Cartagena también cuenta con un clima cálido isotérmico con temperaturas medias que oscilan entre los 28 y 32°C, en el año se presentan tres periodos de precipitación; de diciembre al mes de abril un periodo seco con 7,8% de la precipitación anual, un periodo de transición seco – húmedo con precipitaciones intermedias con 31,9% desde los meses de mayo hasta agosto y un periodo húmedo lluvioso de septiembre a noviembre con precipitación de 48,4%, presentándose en el mes de octubre la mayor precipitación con un 23,6%. (Cañón, 2017)

Finalmente, la velocidad del viento de la ciudad de Cartagena es en promedio de 10,8km/h a 14,4km/h, para los meses de diciembre hasta abril se presenta una mayor intensidad en los vientos alcanzado velocidades de 23,4km/h, y para los meses de abril a noviembre se tienen velocidades promedio de 9km/h.

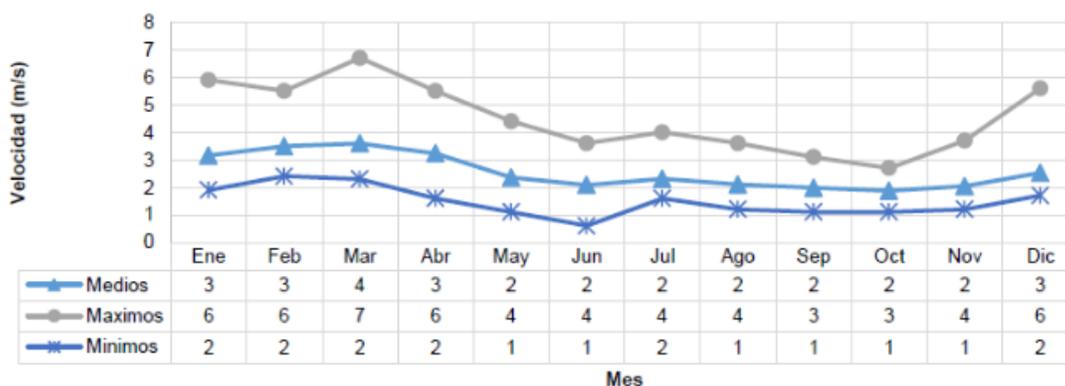


Ilustración 108. Velocidad del viento de Cartagena. Tomado de: <http://observatorio.epcartagena.gov.co/>

De acuerdo con el anterior análisis, la información que se obtiene sobre las ciudades de Barranquilla y Cartagena respecto a sus condiciones climatológicas y geológicas es:

	<b>BARRANQUILLA</b>	<b>CARTAGENA</b>
TIPO DE SUELO	Rocas calizas Arenas Arcillas Médanos	Rocas calizas Arenas Arcillas Limos
TEMPERATURA PROMEDIO	25-30°C	28-32°C
VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO	16,7km/h - 21,96km/h	10,8km/h

Tabla 11. Zonificación climática y geológica de Barranquilla y Cartagena. Fuente propia.

Según esto, el suelo compuesto por arcillas, limos y arenas secas presenta una conductividad térmica promedio de 0,5W/mK y una capacidad volumétrica de 1,5-1,6 MJ/m<sup>3</sup>K, para el caso de los suelos arenosos con saturación de agua una conductividad térmica de 2,4 W/mK y una capacidad volumétrica de 2,2-2,9 MJ/m<sup>3</sup>K, para los suelos compuestos por rocas calizas una conductividad térmica de 2,8W/mK y una capacidad volumétrica de 2,1-2,4 MJ/m<sup>3</sup>K, y para rocas arcillosas y limosas una conductividad térmica de 2,2W/mK y una capacidad volumétrica de 2,1-2,4 MJ/m<sup>3</sup>K.

### **Demanda energética**

Según la “Caracterización del consumo de energía final en los sectores terciario, grandes establecimientos comerciales, centros comerciales” (Rodriguez, 2009) la densidad del consumo mensual de energía por equipos de aire acondicionado por cada subsector para el año 2009 en la ciudad de Barranquilla, en promedio de kWh/mes/m<sup>2</sup> se presenta una mayor demanda en el sector de negocios, moteles, universidades, bancos y negocios, alcanzando promedios de consumo de hasta 35 kWh/mes/m<sup>2</sup> como se muestra en la siguiente gráfica.

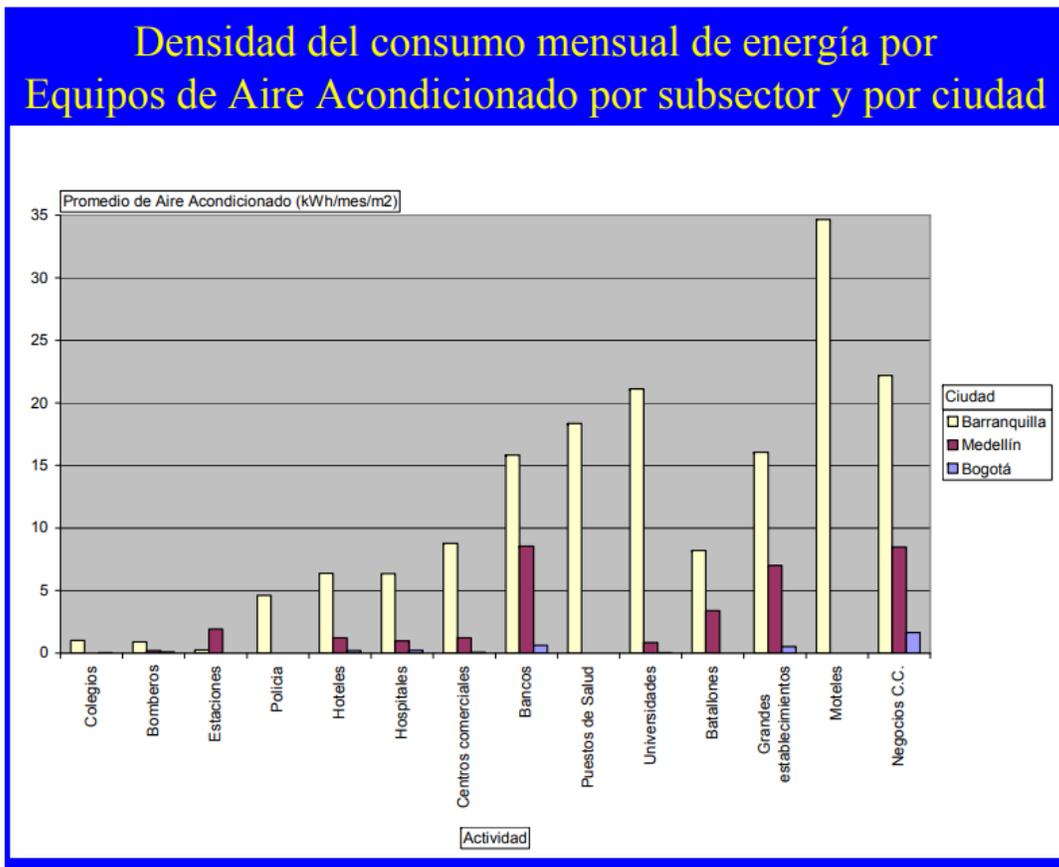


Ilustración 109. DCEE por equipos de aire acondicionado. Tomado de: <http://www.asprea.org/>

Basado en lo anterior, para obtener una estimación adecuada de la demanda energética de la edificación para los equipos de aire acondicionado se debe tener en cuenta el indicador DCEE (Densidad de consumo total de Energía Eléctrica), que representa un cociente entre la energía eléctrica consumida por todos los usos finales en un periodo de tiempo y el área total de la instalación, como se muestra en la siguiente formula:

$$DCEE = \frac{\sum \text{Energía consumida por todos los usos finales (kWh/mes)}}{\sum \text{Áreas instalación (m}^2\text{)}}$$

Así como se debe tener en cuenta el DCEE por energía de todos los usos, que arroja como resultado un promedio de hasta por 72 kWh/mes/m<sup>2</sup> para la ciudad de Barranquilla,

como se muestra en la siguiente gráfica, lo que indica la proporción de la demanda energética por equipos de aire acondicionado respecto al consumo total de energía:

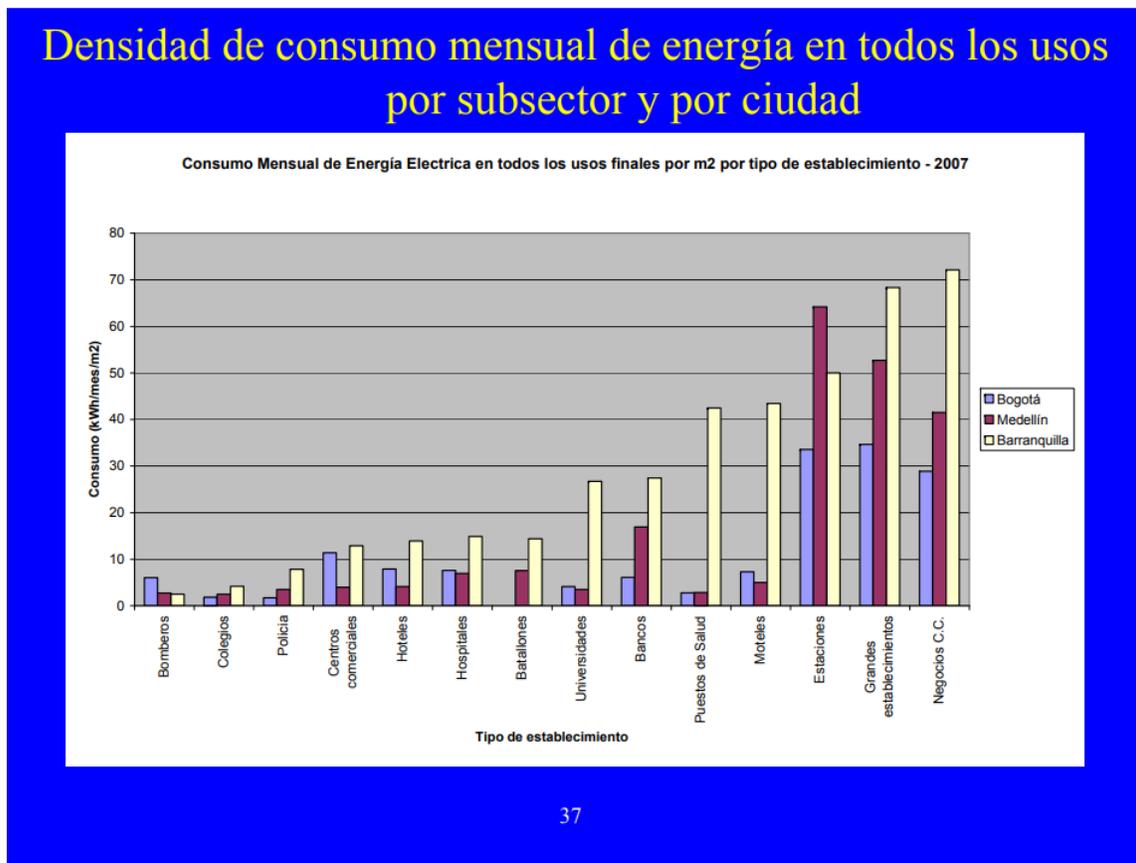


Ilustración 110. DCEE por consumo total de energía. Tomado de: <http://www.asprea.org/>

Ahora bien, según este estudio (Rodríguez, 2009) el consumo de energía por aire acondicionado en la ciudad de Barranquilla, según el tipo de establecimiento y el aparato de implementado arrojó los siguientes resultados sobre los consumos de Potencia promedio kW, tiempo de operación y consumo de energía kWh/ día:

Ciudad	Establecimiento	Aparato	Potencia Promedio kW	Tiempo de operación horas/día	Consumo de energía kWh/día
Bogotá	Negocio C.C.	Aire acondicionado	2.4	12.7	30.4
Medellín	Negocio C.C.	Aire acondicionado	5.6	11.4	63.4
Medellín	Negocio C.C.	Aire acondicionado	12.7	10.9	138.3
Medellín	Hotel	Chiller Westinghouse	47.1	24.0	1131.4
Medellín	Centro Comercial	Torre de enfriamiento	44.9	22.9	1028.0
Medellín	Centro comercial	Breezair	0.8	14.8	11.3
Medellín	Hospital	Unidad de A.A York	24.2	17.1	413.1
Medellín	Hospital	Unidad de A.A York	55.8	17.2	959.1
Medellín	Hospital	Bombas de aire	35.9	24.0	860.9
Medellín	Hospital	Acelerador para A.A	6.0	18.4	109.8
Medellín	Hospital	Enfriador A.A York	1.1	24.0	27.0
Barranquilla	Clinica	A.A Split	1.6	12.8	20.0
Barranquilla	Negocio C.C.	A.A Central	25.3	12.8	323.6
Barranquilla	Negocio C.C.	A.A Central	4.1	12.7	51.7
Barranquilla	Negocio C.C.	A.A Chiller	118.6	16.8	1990.8
Barranquilla	Grandes Superficies	Torre de enfriamiento	23.1	15.4	355.6
Barranquilla	Grandes Superficies	Chiller 1	112.0	13.2	1479.7
Barranquilla	Grandes Superficies	Chiller 2	139.1	12.8	1694.8
Barranquilla	Grandes Superficies	Chiller 3	141.0	8.0	1128.1
Barranquilla	Grandes Superficies	Ventilador A.A	23.2	12.2	283.4
Barranquilla	Grandes Superficies	Ventilador A.A	8.2	8.0	65.8

Ilustración 111. Consumo de energía por aire acondicionado. Tomado de: <http://www.asprea.org/>

Según la investigación sobre “Caracterización del Consumo de Energía Final en el Sector Terciario, grandes establecimientos comerciales, centros comerciales” (Universidad Nacional de Colombia, 2007), se realizó el estudio del consumo energético del año 2006 a las oficinas de Bancolombia sucursal Bulevar 54, ubicadas en el sector de El Prado en la ciudad de Barranquilla que cuentan con un total de 220m<sup>2</sup>. A partir de los datos analizados, se identificó que el consumo de energía por aire acondicionado fue de 60kWh/día equivalente a un 28,2% del consumo total de energía, como se muestra en las siguientes gráficas:

## RESULTADOS DE LA VISITA TÉCNICA

### COMPOSICIÓN DEL USO FINAL DE ENERGÍA ESTIMADA A PARTIR DE LA VISITA TÉCNICA

Uso Final	Consumo	Unidad	%
Iluminación	35.33	kWh/día	16.6%
Aire Acondicionado	60.00	kWh/día	28.2%
Refrigeración	2.60	kWh/día	1.2%
Fuerza	0.00	kWh/día	0.0%
Otros Equipos*	114.94	kWh/día	54.0%
<b>TOTAL</b>	<b>212.87</b>	<b>kWh/día</b>	<b>100.0%</b>

\* Otros equipos como computadores, cajeros y otros.

Consumo mensual estimado a partir de visita técnica	5960 kWh/mes
---	--------------

Diferencia entre consumos a partir de facturas y visita técnica	1.32%
---	-------



### ÁREAS

Area Total	220 m <sup>2</sup>
------------	--------------------

### ÍNDICES

Consumo de energía por área	27.45 kWh/mes/m <sup>2</sup>
Potencia instalada para iluminación	15.67 W/m <sup>2</sup>

Ilustración 112. Composición uso final de energía Bancolombia Sucursal Bulevart 54. Tomado de: Caracterización del Consumo de Energía Final en el Sector Terciario, grandes establecimientos comerciales, centros comerciales” (Universidad Nacional de Colombia, 2007)

Adicionalmente al análisis de la demanda energética respecto al uso de equipos de refrigeración en la edificación, también es necesario conocer los costos de las tarifas de la energía eléctrica, la cual es administrada por la operadora de servicios Electricaribe -

Electrificadora del Caribe S.A. E.S.P. en las ciudades de Barranquilla y Cartagena, que para el año 2020 son:

<b>ELECTRIFICADORA DEL CARIBE S.A ESP</b>							
<b>Departamentos de : Atlantico, Bolivar, Cesar, Cordoba, Guajira, Magdalena y sucre</b>							
<b>TARIFAS - RES 031-119/07, 097/08, 110/09, 173/11, 083/12, 108/12, 010/13,180/14, 191/14 y 036/15</b>							
<b>Costo unitario febrero de 2020</b>							
<b>TARIFAS PARA CLIENTES RESIDENCIALES</b>				<b>SECTOR SUBNORMAL</b>			
Nivel de tensión al que se conecta el transformador	2 ó 3	2 ó 3	2 ó 3	Medida N1*	Medida N1*	Medida N2*	
	Operador de Red	Compartida	Cliente	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2	
Propiedad de los activos							
Tarifa N1	Consumo (kWh)						
Estrato 1	0-173	219,39	212,32	205,25	201,98	193,04	186,19
Estrato 2	0-173	274,24	265,40	256,56			
Estrato 3	0-173	459,26	444,06	428,86			
Estrato 1-2 -3 y 4*	>173	540,31	522,42	504,54	504,96	482,61	465,47
Estrato 5 y 6	> 0	648,37	626,91	605,45			
<b>Sector Subnormal no residenciales</b>							
Oficiales				504,96	482,61	465,47	
Comercial e Industrial				605,95	579,13	558,56	

Consumo de subsistencia subnormales 184 kWh, para subnormales ubicados en Pueblo nuevo el CS= 138  
 \* Para el estrato 4 todo el consumo

Ilustración 113. Tarifas 2020 Electricaribe. Tomado de: <https://www.electricaribe.co/>

## Capítulo 6

### Producto o Servicio

#### 6.1 Nombre e imagen producto/servicio

GEOTABS: Sistemas de climatización termoactivo

El nombre definido para el producto es GEOTABS, el cual se deriva de la palabra GEO que hace referencia al aprovechamiento de la energía geotérmica y TABS, que así como el nombre de la empresa COLTABS, se refiere a sus siglas en inglés “Thermally Activated Building System (TABS)”, que en español significa Sistemas de climatización termoactivos para edificaciones. A continuación, se muestra el logotipo diseñado para el producto:



Ilustración 114. Logotipo GEOTABS. Fuente propia.

#### 6.2 Ficha técnica

El sistema de climatización termoactivo aprovecha la inercia térmica del suelo a través de la instalación circuitos de tuberías en la estructura del edificio, por los cuales circula agua con refrigerantes obteniendo la energía necesaria que se calentará o enfriará previamente según se desee, esta energía será almacenada en una bomba de calor y se libera de acuerdo con las necesidades de la edificación.

Es fundamental que las edificaciones actuales logren un consumo racional de los recursos, por lo cual es necesario incorporar un sistema de climatización que brinde un

confort térmico adecuado y además contribuya a la disminución del impacto ambiental con un ahorro energético notable. Anexo 5. Ficha Técnica GEOTABS.

### **Ventajas.**

Dentro de las ventajas del Sistema de climatización termoactivo encontramos:

- Ahorro energético notable.
- Facilidad en cuanto a la instalación y mantenimiento.
- Ambientes dentro de la edificación más saludables y confortables.

### **Elementos**

#### **1. Bomba de calor:**

Permite la transferencia de calor del terreno captada por las sondas, de modo que el evaporador en su interior transforma el foco caliente hacia el condensador que genera el foco frío, que posteriormente se conduce al interior de la edificación.



Ilustración 115. Bomba de calor. Tomado de: <https://www.ecoforest.com/>

### Características:

- Control de potencia térmica modulante en un amplio rango (25- 100%) y control de caudal modulante en los circuitos de captación y producción (20-100%).
- Gestión integrada de hasta 5 temperaturas de impulsión diferentes, 2 acumuladores de inercia diferentes (1 calefacción y 1 refrigeración), 1 acumulador de ACS, 1 piscina y control horario de la recirculación de ACS por bomba de calor.
- Gestión integrada de equipos de apoyo externos auxiliares todo/nada o modulantes, por ejemplo, resistencias eléctricas o calderas todo/nada o calderas modulantes.

ESPECIFICACIONES ECOGEO HP 12-40		UDS.	HP1	HP3
APLICACIÓN	Lugar instalación	-	Interior	
	Tipo sistema captación <sup>1</sup>	-	Geotérmico / Aerotérmico / Híbrido	
	Calefacción, ACS con acumulador externo y piscina	-	✓	
	Refrigeración activa integrada	-	✓*	✓**
	Control Refrigeración pasiva externa	-	✓	
PRESTACIONES	Rango modulación compresor	%	25 a 100	
	Potencia calefacción <sup>2</sup> , B0W35	kW	10,7 a 44,6	
	COP <sup>2</sup> , B0W35	-	4,6	
	Potencia refrigeración activa <sup>2</sup> , B35W7	kW	-	11,3 a 45,8
	EER <sup>2</sup> , B35W7	-	-	4,4
	Temperatura ACS máxima sin apoyo	°C	60	
	Temperatura ACS máxima con apoyo	°C	70	
	Nivel emisión sonora <sup>3</sup>	db	43 a 58	
	Etiqueta energética / ηs con control clima medio	-	A++ / 187%	
LÍMITES DE OPERACIÓN	Rango temperaturas calefacción / Consigna	°C	10 a 60 / 20 a 60	
	Rango temperaturas refrigeración / Consigna	°C	4 a 35 / 7 a 25	
	Rango temperaturas captación calefacción	°C	-20 a +35	
	Rango temperaturas disipación refrigeración	°C	10 a 60	
	Presión circuito refrigerante mínimo / máximo	bar	2 / 45	
	Presión circuito de producción	bar	0,5 a 3	
	Presión circuito de captación	bar	0,5 a 3	
FLUIDOS DE TRABAJO	Carga de refrigerante R410A	kg	4	4,2
	Tipo de aceite del compresor/carga de aceite	kg	POE / 3,3	
DATOS ELÉCTRICOS CONTROL	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz	-	✓	
	Protección externa máxima recomendada	A	C16A	
	Fusible circuito primario transformador	A	0,5A	
	Fusible circuito secundario transformador	A	2,5	
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	3/N/PE 400 V / 50-60Hz	-	✓	
	Protección externa máxima recomendada <sup>4</sup>	A	C25A	
	Consumo máximo <sup>2</sup> , B0W35	kW/A	10,9 / 17,7	
	Consumo máximo <sup>2</sup> , B0W55	kW/A	15,5 / 24,6	
	Intensidad arranque	A	9,8	
Corrección de coseno Ø	-	0,96-1		
DIMENSIONES Y PESO	Altura x ancho x profundidad	mm	1000x950x900	
	Peso en vacío (sin ensamblaje)	kq	280	285

Ilustración 116. Especificaciones Ecogeo HP. Tomado de: <http://www.interempresas.net/>

## 2. Sonda geotérmica ALB de captación vertical, PE 100-RC Y PE 100-RT.

Las sondas de geotermia están fabricadas en polietilenos de alta calidad, PE 100-RC (resistentes al agrietamiento) o PE 100-RT (resistentes a la temperatura). La unión del extremo inferior está realizada en forma de U, soldada en fábrica. En esta pieza se fija el peso para ayudar a la introducción del conjunto.



Ilustración 117. Sonda geotérmica ALB. <https://www.alb.es/>

### Características.

Propiedades	Norma	PE-100 RC	PE-100 RT
Densidad	ISO 1183	0,96 g/cm <sup>3</sup>	0,94 g/cm <sup>3</sup>
Presión de trabajo	-	PN16 (16bar)	
Diámetros disponibles		32 x 2,9 y 40 x 3,7mm	
Longitudes disponibles		De 80 a 165m	
Relación de diámetros	-	SDR11	
Radio mínimo de curvatura del tubo a 20°C	-	20*dn	
Módulo de elasticidad	ISO 527 1/2	900 MPa	850MPa
Resistencia a la tracción	ISO 527 1/2	23 MPa	22 MPa
Alargamiento en la fluencia (23°C; v=50mm/min)	ISO 527 1/2	9%	8%
Alargamiento a la rotura	EN 638	≥ 350%	≥ 760%
Resistencia al impacto	ISO 179	Sin rotura	
Temperatura máxima	-	+ 40 °C	+ 70°C
Temperatura mínima	-	-20°C	
Conductividad térmica	DIN 52612	0,42 W/m·K	0,41 W/m·K
Rugosidad	Prandtl-Colebrook	0,01mm	

Ilustración 118. Características sonda geotérmica. (ALB Sistemas) <https://www.alb.es/>

- **Instalación:**

Se deben introducir al pilote preferiblemente con agua en el interior para facilitar el empuje y detectar posibles fugas. Estas se caracterizan por tener una alta conductividad térmica y resistencia al agrietamiento, poseen diámetros entre 32 a 40mm y un largo entre los 50 a 300m.

### 3. Pie de sonda:

Se ubica en el extremo de las sondas que permite minimizar la posibilidad de daños durante la introducción de las sondas, así como optimizar el diámetro ocupado en el pilote. Posee mayor espesor de pared que la sonda, sus uniones son por soldadura.



Ilustración 119. Pie de sonda. Tomado de: <https://www.alb.es/>

### Características.

Material de construcción	PE-HD 100
Presión nominal	PN20 (20bar)
Diámetro de sonda	32/40mm

Ilustración 120. Características pie de sonda (ALB Sistemas) <https://www.alb.es/>

### 4. Distanciador:

Es un accesorio que mantiene la separación entre las sondas cuyos intervalos de instalación son de 5 a 10m.



Ilustración 121. Distanciador. Tomado de: <https://www.alb.es/>

### Características.

	Material	Dimensiones	Peso
4x32mm	PE Negro	115x44x25mm	0,050 kg
4x40mm	PE Negro	138x50x30mm	0,055 kg

Ilustración 122. Características distanciador. (ALB Sistemas)

### 5. Válvula reguladora de presión:

La válvula reguladora actúa a partir de los cambios de presión de flujo descendente, cuando la presión aumente y supere el límite ajustado la válvula se cerrará para evitar el paso del fluido.



Ilustración 123. Válvula reguladora de presión. Tomado de: <http://www.trevisa.com.mx/>

### Características de diseño:

- Para servicio de vapor, aire, y la mayoría de gases.

- Presión máxima de trabajo:  
Hierro gris: 17.5 Kg/cm<sup>2</sup> (250psi).  
Acero al carbón: 60 Kg/cm<sup>2</sup> (850psi).  
Acero inoxidable: 40Kg/cm<sup>2</sup> (569psi).
- Temperatura máxima de trabajo:  
Hierro gris y acero al carbón: -45 a 232°C (-50 a 450°F)  
Acero inoxidable: -45 a 380°C (-50 a 716°F)
- Medidas nominales desde ½" (13 mm) hasta 2" (51 mm). (VAYREMEX)

## 6. Arqueta de distribución:

Permite la conexión entre las sondas geotérmicas, y un tubo de protección para las sondas en la parte superior del pilote durante la instalación.



Ilustración 124. Arqueta de distribución. Tomado de: <https://www.rehau.com/>

### Características:

- Medidas exteriores: 1,2x1,1x1,15m, tapa tipo rosca resistente a 150kg, dispone de asas y cáncamos para fácil transporte y manejo.
- Contiene colectores integrados fabricados en fibra de vidrio reforzada, aptos para calor y frío (de -20°C a +70°C).

- Módulo impulsión con válvulas de cierre incorporadas, módulo retorno con caudalímetros incorporados.
- Impermeable al agua, posibilidad de conexión de los circuitos en interior o exterior de la arqueta mediante extensiones pre-perforadas removibles.  
(REHAU)

### **7. Tubería de HDPE:**

Tubería fabricada en polietileno reticulado a alta presión, que permita la conducción del fluido caloportador de las sondas geotérmicas introducidas en los pilotes hacia la bomba de calor.



Ilustración 125. Tubería de HDPE. Tomado de: <https://www.rehau.com/>

### **Características:**

- Estabilizado frente a rayos UV
- Color natural interior
- Capa protectora exterior RAU-PE gris. (REHAU)

### **8. Tubos o carcasa protección:**

Tubos de protección de tubos para las sondas en la parte superior del pilote durante la instalación y vaciado del concreto.



Ilustración 126, Carcasa protección PVC. Tomado de: <https://www.rehau.com/>

### Características:

- Superficie exterior rugosa rígida.

### 9. Colectores:

Unos colectores para geotermia que permita la conexión de las sondas a la tubería que se conduce a la bomba de calor.



Ilustración 127. Colectores Tomado de: <https://clusterenergia.cat/>

### Características:

- Colector para geotermia.
- Caudal máx: 5,4 m<sup>3</sup>/h.
- Rango de potencia: hasta 16 Kw.
- Diám.: 63 mm.

- Distancia entre tomas: 160 mm.
- Conexión principal: 2".
- Conexión derivaciones: 1"H.
- Certificación WRAS.

## 10. Termomanómetro

Combinación entre termómetro y manómetro que permite la medición de la temperatura y la presión del fluido. Y por supuesto las uniones para la red de tuberías como codos y conexiones en Y.



Ilustración 128. Termomanómetro. Tomado de: <https://www.wika.co/>

### Características:

- Indicador combinado para presión y temperatura
- Tipo 100.01: A máxima presión, a mínima temperatura, disminuye la escala de la temperatura
- Tipo 100.02: A máxima presión, a mínima temperatura
- Tipos 100.10 y 100.12: A máxima temperatura, a mínima presión (Wika, s.f.)

### **6.3 Proceso de producción**

#### **EDT – Estructura de Desglose de Trabajo**

Respecto al proceso de producción, inicialmente se identificaron las actividades necesarias para el diseño, puesta en marcha y producción, a través de la Estructura Desglosada de Trabajo EDT.

Las actividades definidas se basaron en cuatro etapas principales; planeación, diseño, fabricación y comercialización, determinando cada una de las actividades que corresponden a estas etapas como se muestra a continuación, adicionalmente a esto, se desarrolló un Diagrama de Gantt que ilustra de mejor forma la Estructura de Desglose de Trabajo y sus actividades implícitas. Anexo 6. Diagrama de Gantt.

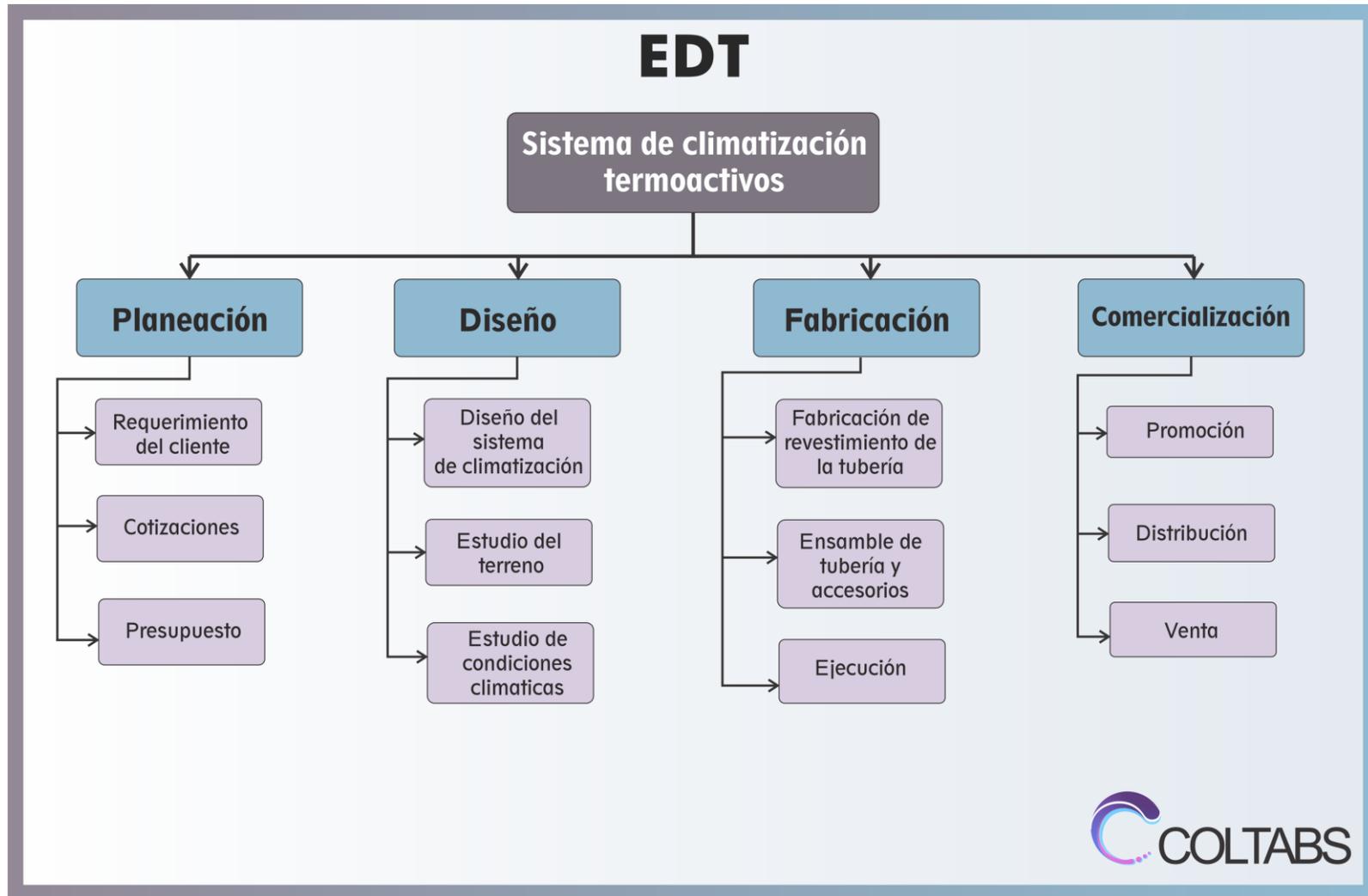


Ilustración 129. EDT. Fuente propia

**Duración del ciclo productivo.**

Una vez definidas las actividades a través del EDT, se establece la duración del ciclo productivo, el proceso que conlleva su producción y los elementos necesarios para ello a través de un flujograma, como se muestra a continuación. Anexo 7. Flujograma ciclo de producción GEOTABS.



## FLUJOGRAMA CICLO DE PRODUCCIÓN

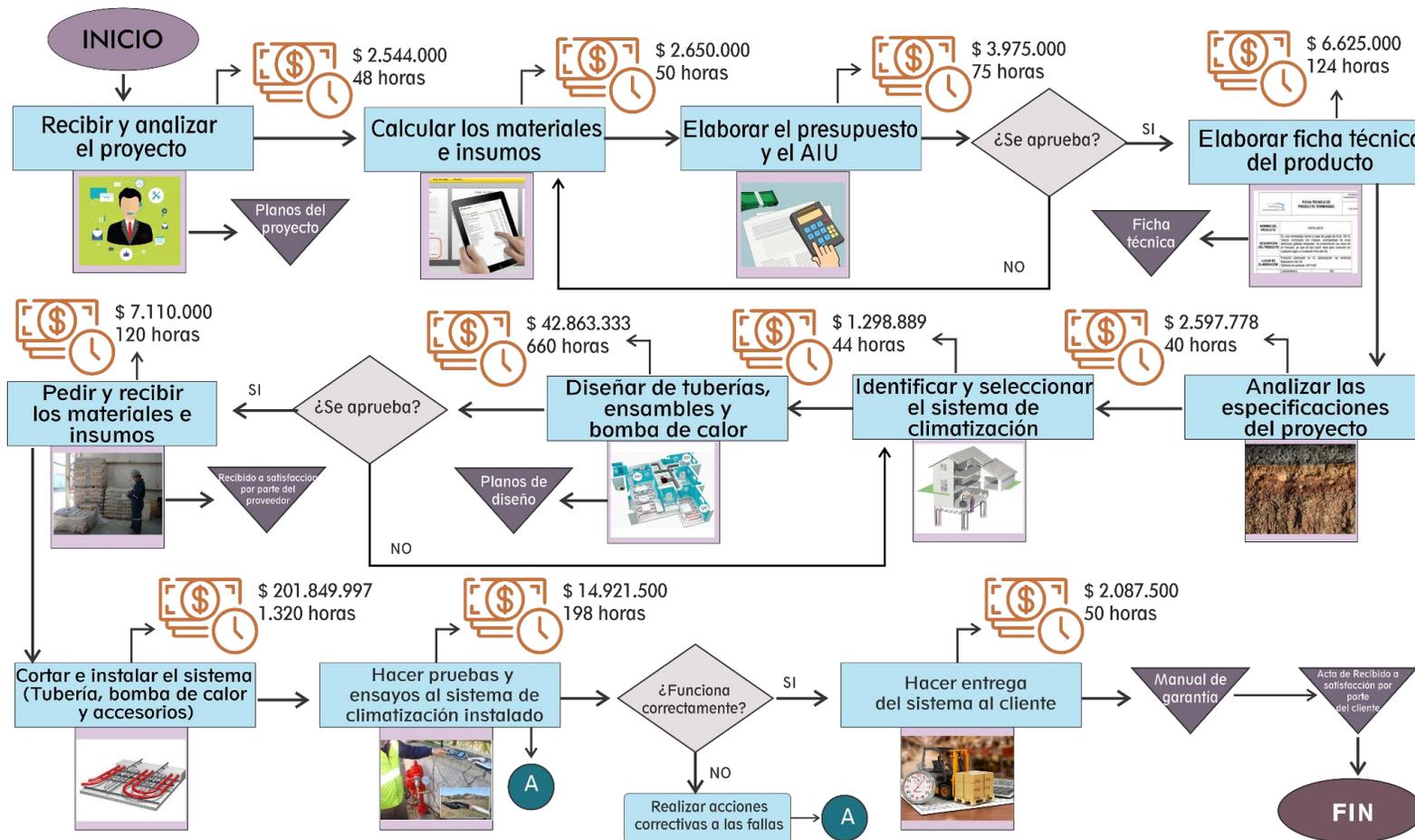


Ilustración 130. Flujoograma de producción. Fuente propia.

Una vez definido el flujograma, se estableció un diseño sobre el proceso de distribución de los procesos en el espacio físico de las instalaciones de la empresa, con el fin de dimensionar cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la compañía relacionado con el diagrama de flujo definido para el ciclo de producción. A continuación, se muestra el diagrama de distribución. Anexo 8. Layout COLTABS.

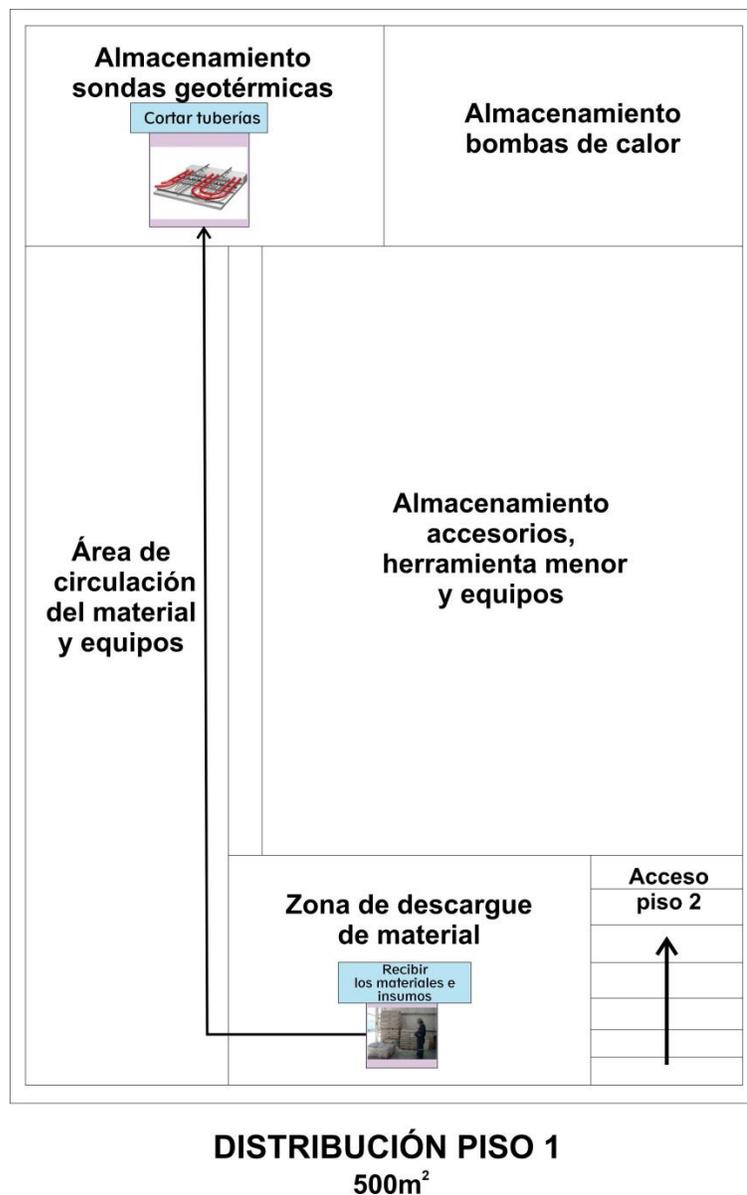
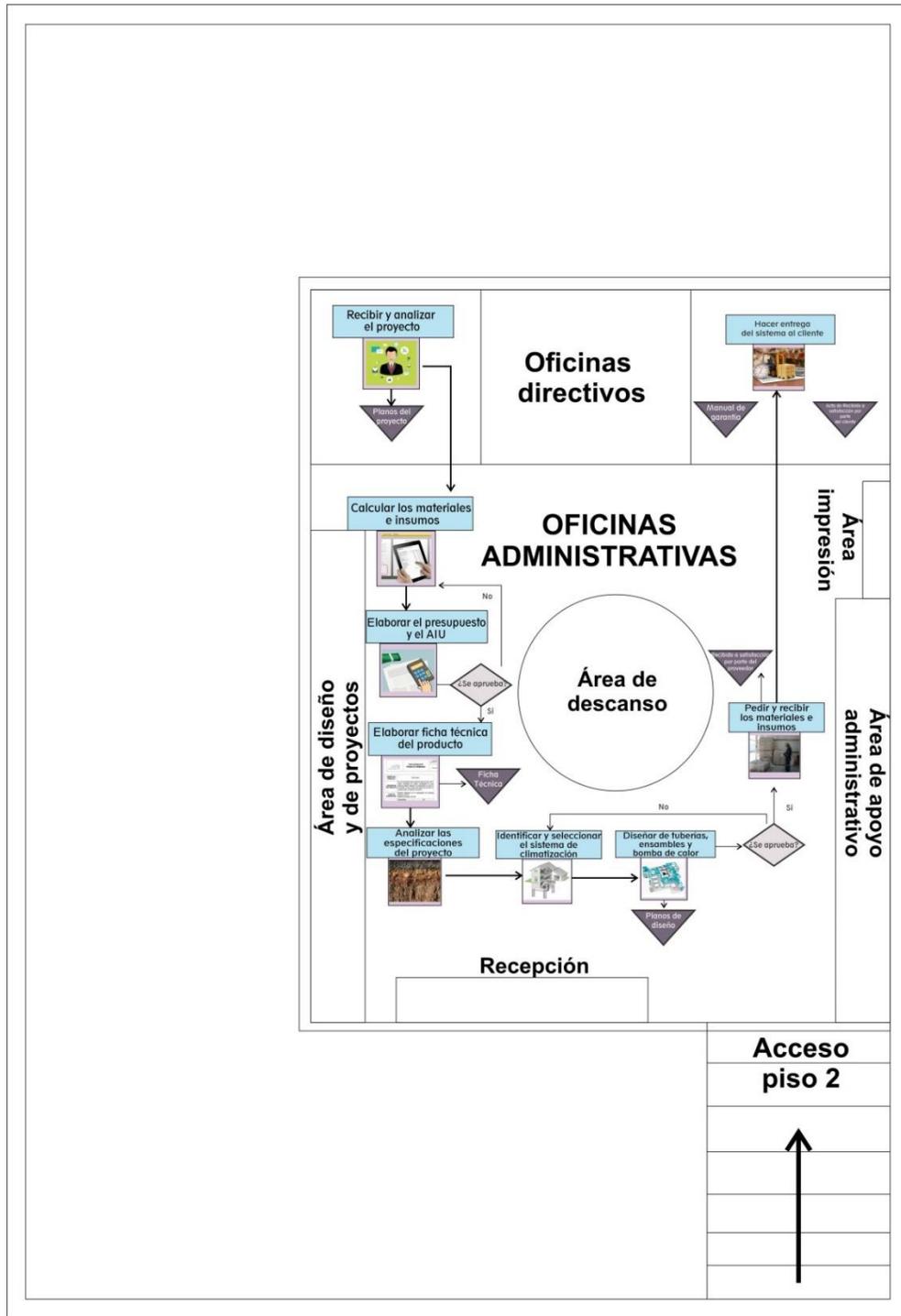


Ilustración 131. Layout piso 1. Fuente propia.



**DISTRIBUCIÓN PISO 2**  
**180m<sup>2</sup>**

Ilustración 132. Layout piso 2. Fuente propia.

### Capacidad instalada

Respecto a la capacidad instalada del producto, a continuación, se muestran las actividades que hacen parte del proceso de producción y el tiempo estimado que requiere llevar a cabo cada una de las actividades con el fin de determinar la capacidad instalada del producto, es decir la cantidad del producto que se va a producir y cada cuánto.

ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN		TIEMPO ESTIMADO (MINUTOS)
1	Recibir y analizar el proyecto	2.880
2	Calcular los materiales e insumos	3.000
3	Elaborar el presupuesto y el AIU	4.500
4	Elaborar ficha técnica del producto	7.440
5	Analizar las especificaciones del proyecto	2.400
6	Identificar y seleccionar el sistema de climatización	2.640
7	Diseñar de tuberías, ensambles y bombas de calor	39.600
8	Pedir y recibir los materiales e insumos	7.200
9	Cortar e instalar el sistema (Tubería, bomba de calor y accesorios)	79.200
10	Hacer pruebas y ensayos al sistema de climatización instalado	11.880
11	Hacer entrega del sistema al cliente	3.000
12	Acta de Recibido a satisfacción por parte del cliente	

Tabla 12. Actividades del ciclo de producción. Fuente propia.

### Proceso de control de calidad – Seguridad Industrial

Respecto al proceso de control de calidad, se definen los procedimientos para desarrollar las pruebas y ensayos que son necesarios llevar a cabo al sistema de climatización instalado, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Así mismo, mencionar aquellos procedimientos necesarios para los procesos de producción y la Seguridad y Salud en el Trabajo que se requiere implementar, de acuerdo con lo establecido por el Decreto Único Reglamentario del sector Trabajo 1072 de 2015.

A continuación, se mencionan los procedimientos necesarios para un adecuado control de calidad en COLTABS y garantizar la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

<b>PROCEDIMIENTOS CONTROL DE CALIDAD</b>	
1	Manual de procedimiento para el proceso de producción de GEOTABS
2	Procedimiento para la evaluación de los procesos
3	Manual de aseguramiento de calidad
4	Procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad
5	Procedimiento para la realización de pruebas y ensayos
6	Manual de garantía
<b>PROCEDIMIENTOS SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>	
7	Procedimiento de inspección de puestos de trabajo
8	Procedimiento de mantenimiento de maquinaria y equipo
9	Procedimiento de revisión por la dirección
10	Procedimiento para la elaboración de la matriz de riesgos
11	Procedimiento para la investigación de incidentes y accidentes de trabajo
12	Procedimiento para la realización de exámenes médicos ocupacionales
13	Procedimiento para selección y evaluación proveedores y contratistas.
14	Procedimiento para la realización de simulacros
15	Procedimientos para prevenir y controlar las amenazas priorizadas o minimizar el impacto de las no prioritarias
16	Procedimiento para efectuar el diagnóstico de las condiciones de salud de los trabajadores
17	Procedimiento de gestión del cambio

Tabla 13. Procedimientos control de calidad y SST. Fuente propia.

### **Puesta en obra**

Para la puesta en marcha del proyecto se debe tener en cuenta principalmente el diagrama de flujo establecido para el proceso de producción de GEOTABS, en el que una vez se cumplan con los procesos definidos dependiendo del tipo de proyecto y del requerimiento del cliente y la edificación, será posible definir cuáles son los elementos necesarios para dar puesta en obra al diseño, instalación y mantenimiento del sistema de climatización.

- Cálculos necesarios:

Para determinar la energía consumida por el sistema de climatización en una edificación de uso empresarial se tomó como referencia la oficina de Bancolombia Sucursal Bulevar 54, ubicada en la ciudad de Barranquilla, donde el aire acondicionado consume por hora 0,27 KWh/día. Para conocer el consumo total anual es necesario tener en cuenta que las horas laborales se aproximan a 10 por día y los días laborados son 244, con un resultado de consumo de energía por m<sup>2</sup> de 665 KW/año.

CONSUMO DE ENERGIA DE OFICINA POR M2					
CONSUMO DE ENERGIA	UNIDAD	CONSUMO DE ENERGIA DIA	UNIDAD	CONSUMO ANUAL	UNIDAD
0,27	KWh/día	2,73	KW/día	665	KW/año

Tabla 14. Consumo de energía de oficina por m<sup>2</sup>. Fuente propia.

El cálculo del consumo de energía anteriormente descrito corresponde a un sistema tradicional de climatización como lo es el aire acondicionado, el sistema de climatización termoactivo pretende hacer una reducción considerable de este consumo energético, según HogarSense (HogarSense, s.f.), una compañía experta en sistemas de climatización, una bomba de calor por cada 4 KW de energía eléctrica puede reducir 3 KW es decir el 75% del consumo de esta energía. Teniendo en cuenta que el consumo de energía del aire acondicionado para edificaciones de oficinas es de 665 KW/año por m<sup>2</sup> y a este se le hace una reducción del 75% es decir de 499 KW/año, el consumo total de energía eléctrica utilizada por el sistema pasaría de 665 KW/año a 166 KW/año.

AHORRO DE ENERGIA DEL SISTEMA				
AHORRO DE ENERGIA		UNIDAD	TOTAL ENERGIA ELECTRICA	UNIDAD
75%	499	KW/año	166	KW/año

Tabla 15. Ahorro de energía del sistema. Fuente propia

- Cantidades requeridas de unidades para el proyecto:

Las cantidades requeridas para el proyecto se basaron en la estimación del requerimiento de metros lineales de sondas geotérmicas para el edificio tipo seleccionado, teniendo en cuenta que esta será nuestra unidad de medida para fijar el precio de venta. Por esto, el proyecto requiere un total de 840ml de sondas geotérmicas para la edificación tipo que posee un total de área construida en las tres plantas de 1.694,86 m<sup>2</sup>, para lo cual se estima requiere un aproximado de 30 pilotes de 14m de profundidad cada uno.

Por lo anterior, las cantidades determinadas se calcularon a partir del promedio de 840ml de sondas geotérmicas por proyecto, el cual fue multiplicado por el número de proyectos que se esperan cubrir de acuerdo con el estudio de mercado desarrollado para un total de 14 proyectos, obteniendo un total de 11.670 ml de sondas geotérmicas que se requieren producir al año para la rentabilidad del proyecto.

<b>TOTAL ML SONDAS GEOTERMICAS EDIFICIO TIPO</b>	840 ml
<b>PROYECTOS A CUBRIR ESTUDIO DE MERCADO</b>	14
<b>TOTAL CANTIDAD DE UNIDADES A PRODUCIR</b>	11.760 ml

Tabla 16. Total cantidad unidades a producir. Fuente propia.

- Procedimientos de instalación y mantenimiento

Para los procedimientos de instalación y mantenimiento del producto, se debe tener en cuenta que el producto será instalado en obra, por lo tanto, los procedimientos establecidos en el flujograma del ciclo de producción se determinan para los procesos de instalación y mantenimiento, como se muestra a continuación:

<b>Procedimientos de instalación y mantenimiento</b>	
1	Recibir y analizar el proyecto
2	Calcular los materiales e insumos
3	Elaborar el presupuesto y el AIU
4	Elaborar ficha técnica del producto
5	Analizar las especificaciones del proyecto

6	Identificar y seleccionar el sistema de climatización
7	Diseñar de tuberías, ensambles y bombas de calor
8	Pedir y recibir los materiales e insumos
9	Cortar e instalar el sistema (Tubería, bomba de calor y accesorios)
10	Hacer pruebas y ensayos al sistema de climatización instalado

Tabla 17. Procedimientos de instalación y mantenimiento. Fuente propia.

El proceso de instalación consiste en la recepción del material por parte del proveedor en la obra, que suministrará las sondas geotérmicas, en rollos de 50 a 300 metros lineales según se requiera, que se ubicarán en la obra para ser cortados a la longitud de pilote.



Ilustración 133. Proceso de recepción del material. Tomado de: <http://www.terraterm.es>

Posteriormente, las sondas se introducirán en la armadura del pilote dependiendo del diseño realizado para el proyecto, ya que las sondas pueden configurarse en espiral a los aceros de refuerzo, de manera vertical fijándose a la armadura del pilote, o de forma lineal al interior del pilote conectando un peso para la sonda en forma de U y un pie de sonda que le permitan mantenerse de manera céntrica hasta el vaciado del concreto.



Ilustración 134. Diseño de sondas geotérmicas en el pilote. Tomado de: <https://www.rehau.com/>

Una vez se introduzca la armadura del pilote con las sondas fijadas, se realizará el proceso de purgado para la limpieza con agua y se colocará el tubo de protección en la parte superior de las sondas, luego se conectará todo el conjunto de sondas y tuberías, para realizar las pruebas de estanqueidad y resistencia, inyectando agua, para comprobar la continuidad de la red y verificar la estanqueidad de las uniones. Posteriormente, se someterá la instalación a las pruebas de presión a 1,5 veces la presión de servicio.

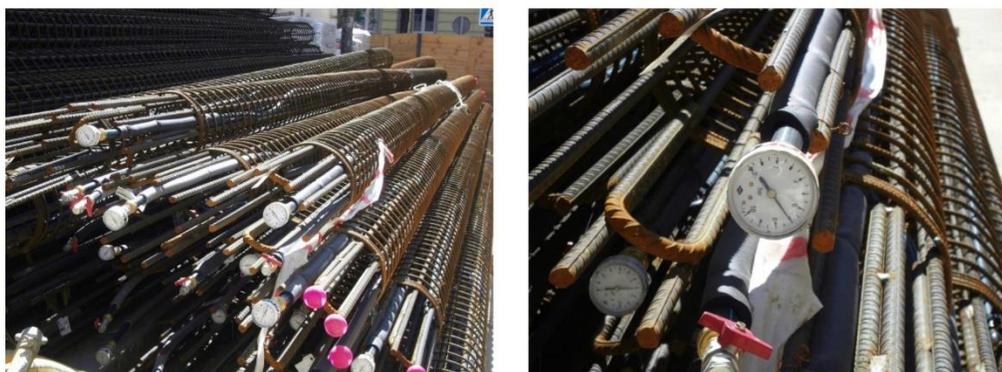


Ilustración 135. Pruebas en las sondas. Tomado de: [www.Construction21.org](http://www.Construction21.org)

Luego de esto, se realizará el vaciado del concreto en los pilotes, y se harán nuevamente las pruebas de presión y estanqueidad, para luego conectar las sondas a la red de tuberías de distribución del sistema. Estos tubos se conducen a unos colectores que permiten la distribución uniforme del caudal y la impulsión y retorno del fluido caloportador que se inyecta, compuesto por agua.



Ilustración 136. Pruebas de estanqueidad y presión. Tomado de: [www.Construction21.org](http://www.Construction21.org)

Los colectores se conectan a la bomba de calor que realiza la transformación del calor obtenido del subsuelo, es decir la producción de la energía geotérmica, que permite la generación de la energía para la refrigeración de la edificación de dos maneras; una puede ser para la alimentación de los equipos de aire acondicionado y evitar que estos requieran de energía eléctrica, o la segunda opción generando aire frío que se distribuye a través sondas instaladas en la estructura de la edificación.



Ilustración 137. Instalación de sondas. Tomado de: <https://www.eve.eus/>

## 6.4 Necesidades y requerimientos

### Materias primas e insumos requeridos. Pruebas y ensayos.

Las materias primas e insumos requeridos para la instalación del producto se definieron en el ítem 6.2 de este capítulo de ficha técnica, en la cual se exponen las características de cada uno de los elementos necesarios. Ahora bien, respecto a las pruebas y ensayos que se deben desarrollar para verificar y garantizar el correcto funcionamiento del sistema de climatización termoactivo GEOTABS, se describen a continuación:

- **Pruebas de presión en sondas verticales.**

Cuando las sondas geotérmicas se introduzcan en la cimentación (pilotes), se realizará el purgado para la limpieza de estas, esto debe realizarse antes de proceder al relleno. Se debe tener en cuenta que, la velocidad del agua en la tubería debe ser mínimo de 0,6 m/s, lo que implica los siguientes caudales en función de los diámetros de sondas empleados:

DN (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)
25	0,7
32	1,2
40	1,8

*Caudales de purgado (tubería PE100 16 bar)*

Ilustración 138. Caudales de purgado de tubería. Tomado de: <http://www.ferrosystems.com/>

Una vez se realice el procedo de purgado en las sondas, se debe tomar una prueba de estanqueidad y resistencia en cada sonda geotérmica con las siguientes especificaciones:

- La presión de prueba será como mínimo 3 veces la presión de servicio y como máximo el 80% de la presión nominal de la tubería.
- El tiempo de duración de la prueba será de 1 hora.
- La caída de presión máxima admisible será del 3%. En los primeros minutos de la prueba se esperará a la correcta estabilización del manómetro, presurizando si es

necesario hasta la presión mínima convenida. Una vez rellenado cada pozo se repetirá la prueba. (FERROTERM)

- **Pruebas de estanqueidad y presión del sistema.**

Una vez conectado todo el conjunto, llenado con el fluido caloportador (que generalmente se trata de agua con un porcentaje de anticongelante) y purgado, se debe realizar una prueba preliminar de estanqueidad a la presión de llenado para comprobar la continuidad de la red y verificar la estanqueidad de las uniones. Posteriormente, se someterá la instalación a una presión de prueba de 1,5 veces la presión máxima efectiva de trabajo con un mínimo de 6 bares. (FERROTERM)

- **Medición de la temperatura del suelo.**

Para determinar la temperatura del suelo a diferentes profundidades y sus variaciones frente a cambios estacionales, se deben realizar ciertas pruebas que permitan obtener esta información, las cuales se realizan en dos etapas: la primera consiste en la medición de la temperatura del terreno a en profundidades de 5, 10, y 15m durante un año, a través de una serie de sensores que se instalan en un pilote, la información que se almacena en un registro de datos se compara con la temperatura ambiente, y una segunda etapa que consiste en la instalación de 4 sondas geotérmicas, con las siguientes características:

SISTEMA	PROFUNDIDAD	DIÁMETRO
Doble U	30m	32 mm
Simple U	30m	32 mm
Simple U	20m	32 mm
Simple U	10m	32 mm

Tabla 18. Sondas geotérmicas para medición de temperatura del suelo

Estas sondas se acoplan a un colector el cual posee caudalímetros con una capacidad de 0 a 70 l/m, 1 termómetro con un rango de medida de -20 °C a 40 °C y 1 manómetro con capacidad de lectura de 0 a 6 bar. Posteriormente, se debe instalar un

circuito de tuberías de polietileno de alta densidad para simular una pérdida de temperatura del fluido circundante (agua), para finalmente conducirla a una válvula de expansión y transportarla a una bomba, la cual envía el fluido a un distribuidor de caudal el cual se conecta de forma independiente a cada sonda geotérmica y de esta manera recircular el fluido y establecer un sistema “cerrado”. (Ingeosolum, 2011)

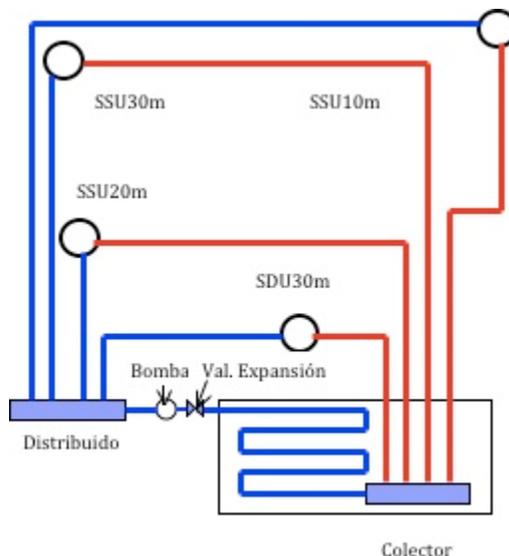


Ilustración 139. Ensayo de temperatura del suelo. Tomado de: <http://ingeosolum.blogspot.com/2011/11/medicion-de-la-temperatura-del-terreno.html>

- **Cálculo de cargas estructurales:**

El número de los pilotes debe ser igual al estimado en los cálculos estructurales, sin embargo, el diámetro del pilote deberá considerar un aumento de aproximadamente 6%, debido a que la norma ACI (American Concrete Institute) 318S-14 sobre Requisitos de Reglamento para concreto estructural, permite introducir elementos en la estructura que no superen el 4% de la sección transversal de esta, sin que requiera un aumento en su sección. Es decir, para el proyecto en estudio, el diámetro de estas sondas generalmente supera el 4% de la sección del pilote por lo que es necesario considerar un aumento en su diámetro, para garantizar su capacidad estructural.

De igual manera, se debe tener en cuenta en el cálculo estructural las cargas térmicas que se producen por la transferencia de calor del subsuelo en las sondas y que pueden generar dilatación y deformación en los aceros de refuerzo. Sin embargo, las temperaturas del suelo entre los 12 a 20m de profundidad se estiman en un promedio de 12°C a 25°C.

- **Cálculo de las cargas térmicas:**

El cálculo de la carga térmica en el espacio tipo seleccionado de la edificación, permite realizar una adecuada estimación para el diseño de las instalaciones necesarias para obtener la temperatura deseada, que permitirán garantizar un confort térmico al interior de la edificación.

Por lo anterior, las cargas térmicas a calcular se dividen en dos; interiores y exteriores. Para las cargas interiores se tiene en cuenta la carga por ocupantes, dependiendo de la actividad a desarrollar en el espacio y la temperatura ambiente en la que se encuentren. De igual manera, las cargas por iluminación la cual incide en la energía térmica que se produce en el espacio y finalmente la carga requerida para cada equipo de climatización.

Respecto a las cargas exteriores, se requiere tener en cuenta la transferencia de calor que se produce a través de las paredes, techos y suelos, así como las superficies acristaladas y ventanales que por sus condiciones de transparencia o semitransparencia inducen la transferencia de calor.

Teniendo en cuenta estos factores se puede realizar la simulación del comportamiento del espacio tipo en la edificación según su interacción con sus condiciones climáticas y de localización, en el cual se realiza un diagnóstico del consumo energético dado el diseño térmico y las instalaciones implementadas.

- **Eficiencia energética:**

Para la medición de la eficiencia energética se aplica el Factor de Eficiencia de Energía Ambiental (SEER: Seasonal Energy Efficiency Ratio), el cual representa la

eficiencia del equipo de climatización para la refrigeración en el espacio determinado de la edificación, el rango de aceptación se basa en la normatividad internacional debido a que en Colombia no se ha establecido un rango de eficiencia energética permitido, recomendando un índice de SEER de 13 BTU/Watt (BOLIVAR HERNANDEZ & MARTINEZ GOMEZ , 2014). A continuación, se muestra la fórmula que se aplica para realizar este cálculo:

$$SEER = \frac{Q_{total}}{Potencia\ real} \text{ Ecuación 20.}$$

Donde  $Q_{Total}$  (Calor Total) es la suma de Calor Sensible ( $Q_s$ ) y Calor Latente ( $Q_l$ ); y Potencia real es el producto de multiplicar el amperaje y el voltaje que consume un equipo.

Ilustración 140. Formula SEER. Tomado de: <http://repositorio.uac.edu.co/>

También puede realizarse la estimación del Factor de Eficiencia de Energía (EER: Energy Efficiency Ratio) que también permite calcular el rendimiento en frío del equipo de aire acondicionado y bomba de calor, a partir de la relación entre la energía eléctrica consumida y el potencial total que genera, para el caso de la energía geotérmica se aplica la siguiente formula:

$$EER\ GEOTERMIA\ (frío) = \frac{POTENCIA\ ENTREGADA}{POTENCIA\ CONSUMIDA} = \frac{5,5\ kW}{1\ kW}$$

Ilustración 141. Formula EER geotermia. Tomado de: <https://www.geotermiavertical.es>

Las bombas de calor geotérmicas mantienen una temperatura estable durante todo el año, permitiendo garantizar un confort térmico en el espacio con un requerimiento menor de energía que otras bombas de calor como las de aire-aire. (Geotermia vertical instalaciones)

## **Tecnología, Equipos y maquinaria**

Para el cálculo de las cargas térmicas del proyecto, es necesaria la utilización de un software que permita realizar los respectivos cálculos y estimar los valores necesarios para garantizar confort térmico y demás estimaciones para llevar a cabo el proyecto. Por lo anterior, el software de climatización que se requiere es Design Builder, en el cual es posible simular de forma integral un sistema de climatización.

Permite realizar la estimación de las cargas térmicas distribuyéndola en todos los equipos de emisión de la climatización, teniendo en cuenta materiales de los elementos constructivos de la edificación, condiciones de la zonificación climática y horarios de operatividad.

A continuación, se relacionan las estimaciones y cálculos posibles para la simulación del sistema de climatización, para refrigeración y calefacción:

- Carga térmica máxima de refrigeración para todos los recintos descritos en la obra.
- Caudal de aire necesario para climatizar los recintos.
- Carga térmica máxima de calefacción.
- Carga térmica simultánea máxima de calefacción.
- Consumos eléctricos por el sistemas de climatización
- Emisión de CO<sub>2</sub> por los equipos.

### **Confort térmico:**

Para el cálculo del confort térmico se utilizó la herramienta CBE Center for the Built Environment (<https://comfort.cbe.berkeley.edu/>), estableciendo los siguientes datos para su respectivo cálculo:

Barranquilla:

- **Temperatura operativa:** 25°C
- **Velocidad del aire:** 0,3 m/s
- **Humedad relativa:** 72%
- **Tasa metabólica:** 1 (sentado, tranquilo)
- **Nivel de ropa:** 0,57 clo (Pantalones, camisa de manga corta, medias, zapatos, ropa interior)

Según los datos anteriores, se obtiene el siguiente cuadro psicrométrico donde se observa la temperatura operativa y el radio de humedad.

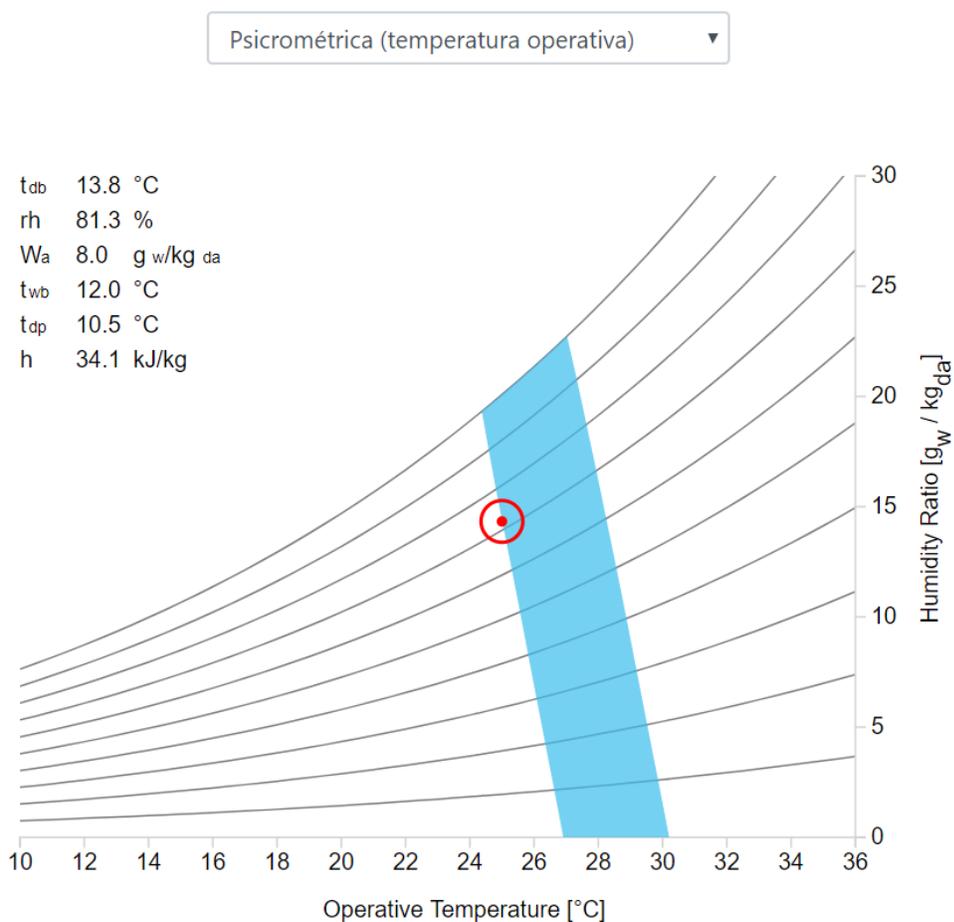


Ilustración 142. Cuadro psicométrica Barranquilla. <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>

Y adicionalmente, se tendrá un límite de aceptabilidad del 90% si se garantizan temperaturas operativas en la edificación entre 23,7 a 28,7°C, como lo muestra la siguiente imagen, teniendo en cuenta una temperatura promedio exterior de 27°C:

Límites de aceptabilidad del 80% = Temperatura operativa: 22.7 a 29.7 ° C  
Cómodo

Límites de aceptabilidad del 90% = Temperatura operativa: 23.7 a 28.7 ° C  
Cómodo

Tabla adaptable

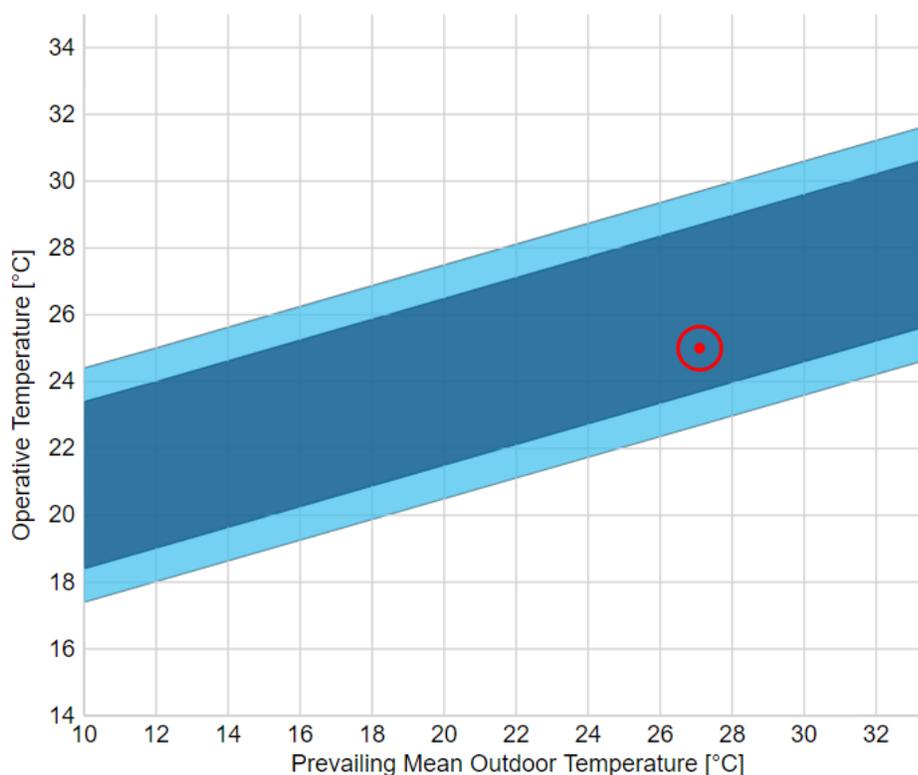


Ilustración 143. Tabla de aceptación Barranquilla. Tomado de: <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>

### Cartagena:

- **Temperatura operativa:** 25°C
- **Velocidad del aire:** 0,3 m/s
- **Humedad relativa:** 80%
- **Tasa metabólica:** 1 (sentado, tranquilo)

- **Nivel de ropa:** 0,57 clo (Pantalones, camisa de manga corta, medias, zapatos, ropa interior)

Para la ciudad de Cartagena, se obtiene el siguiente cuadro psicrométrico:

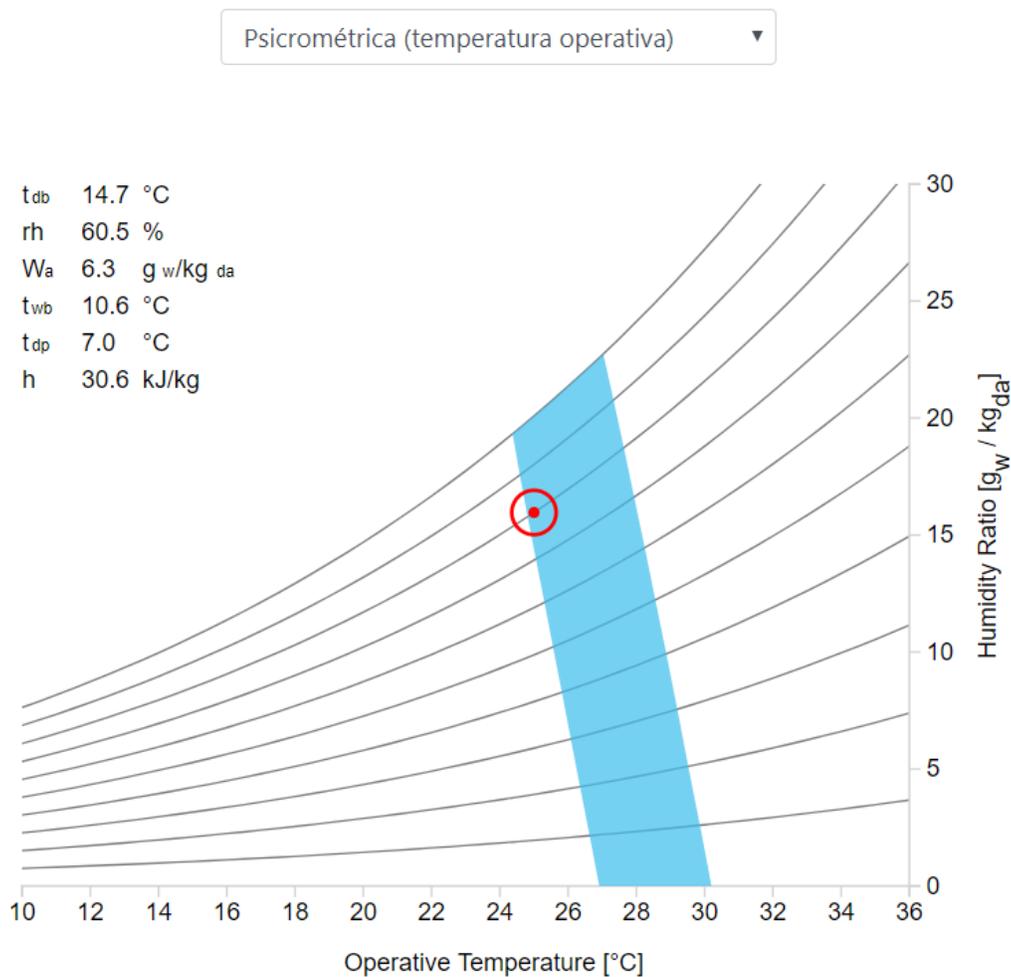


Ilustración 144. Cuadro psicrométrica. <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>

Para Cartagena se tendrá un límite de aceptabilidad del 90% si se garantizan temperaturas operativas en la edificación entre 24,6 a 29,6°C, como lo muestra la siguiente imagen, teniendo en cuenta una temperatura exterior promedio de 30°C:

Límites de aceptabilidad del 80% = Temperatura operativa: 23,6 a 30,6 ° C  
Cómodo

Límites de aceptabilidad del 90% = Temperatura operativa: 24,6 a 29,6 ° C  
Cómodo

Tabla adaptable

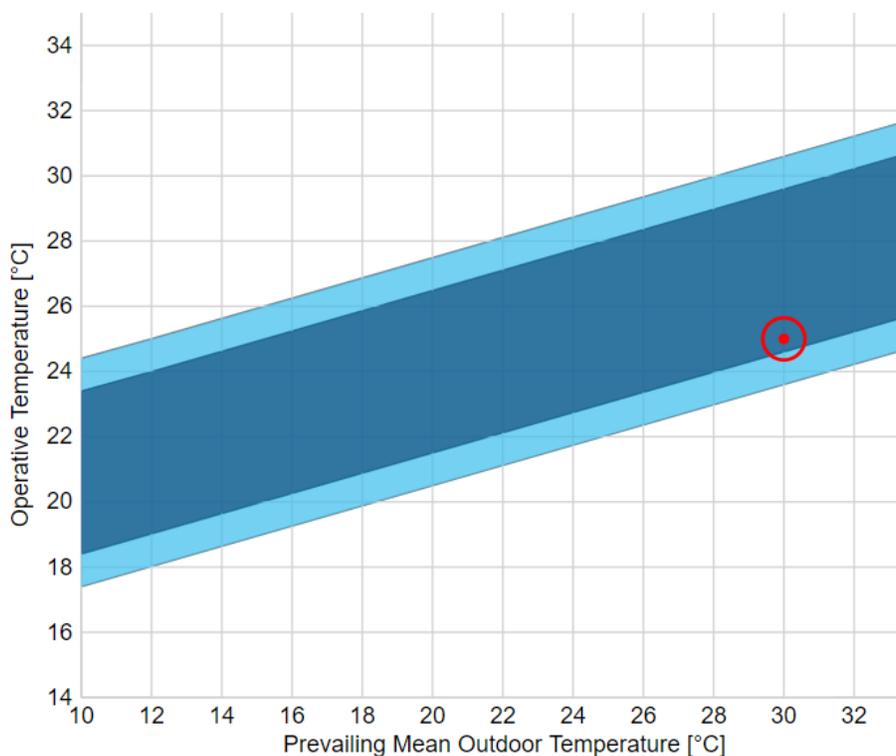


Ilustración 145. Tabla de aceptación. <https://comfort.cbe.berkeley.edu/>

### Estudio de caso, Prototipo, secuencia de uso.

Para el estudio de caso, se estableció una edificación tipo que permita realizar las estimaciones necesarias de cargas y confort térmico en un espacio seleccionado en este edificio tipo. La edificación tipo del proyecto consiste en un edificio de uso empresarial de 3 niveles ubicado en la ciudad de Barranquilla, del cual se desarrolló el diseño en el software Design Builder para realizar la estimación de cargas.

**Primer nivel:** comprende zonas comunes como parqueaderos, zonas verdes, acceso y zonas de circulación con un área de 1.694,86 m<sup>2</sup>, áreas de oficinas, áreas de

trabajo, área de descanso, cafetería, baños, área de impresión, administración y recepción con una área total construida 647,94 m<sup>2</sup>.



Ilustración 146. Diseño primera planta prototipo. Design Builder. Fuente propia

**Segundo nivel:** Está constituido por área de trabajo, área de descanso, baños, sala de juntas, área de cómputo, cafetería y terraza con un área total construida de 647,94 m<sup>2</sup>.

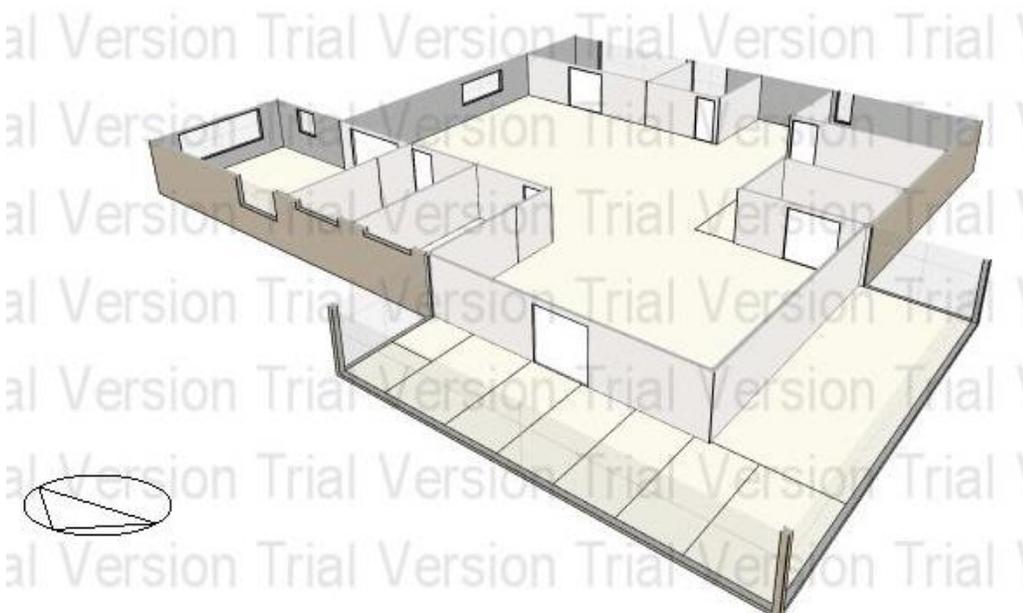


Ilustración 147. Diseño segunda planta prototipo. Design Builder. Fuente propia

**Tercer nivel:** Se compone de cuarto de máquinas, comedor, cocina, área de descanso, área de juegos y terraza con un área de 398,94 m<sup>2</sup>.



Ilustración 148. Diseño tercera planta prototipo. Design Builder. Fuente propia

- Área construida Primer nivel: 647,94 m<sup>2</sup>
- Área construida Segundo nivel: 647,94 m<sup>2</sup>
- Área construida Tercer nivel: 398,94 m<sup>2</sup>
- Área Total Construida: 1.694,86 m<sup>2</sup>
- Área Comunes (Parqueaderos, zonas verdes, zonas de circulación): 2.072,24 m<sup>2</sup>



Ilustración 149. Diseño edificación prototipo vista 1. Design Builder. Fuente propia



Ilustración 150. Diseño edificación prototipo vista 2. Design Builder. Fuente propia.

La ciudad de Barranquilla hace parte de la región Caribe de Colombia, presenta un altitud de 24 m.s.n.m. y está clasificada con un clima cálido húmedo con una temperatura promedio de 27°C, presentando mayores precipitaciones en los meses de septiembre a noviembre. Se encuentran suelos compuestos por rocas calizas, arenas, arcillas y médanos, representando suelos con alta conductividad térmica con valores promedio entre los 0,5 a 2,8W/mK (vatios por metro-kelvin)

Teniendo en cuenta la anterior información, se realizó el cálculo de confort térmico que arrojó un límite de aceptabilidad del 90% si se garantizan temperaturas operativas en la edificación entre 23,7 a 28,7°C, es decir que sobre estos datos se realizaron los cálculos de las cargas térmicas, a través del software para climatización Design Builder.

En este se plantearon tres variables para las estimaciones; la primer variable se estimó bajo el total funcionamiento del sistema de aire de acondicionado convencional alimentado de la red de energía eléctrica con ventanas cerradas, obteniendo una temperatura operativa en el interior de la edificación de 26°C equivalente a un consumo en aire acondicionado de 1.267 Kw/h, que al tenerse en cuenta la zona sensible de refrigeración que se consume adicional para proporcionar el efecto de enfriamiento en la

zona alcanza un consumo total de 2.280 Kw/h. Para este caso el consumo total de energía eléctrica de la edificación es de 3.000 Kw/h.

**Resultados variable 1:**

Resumen temperatura operativo y consumo energía eléctrica por uso.

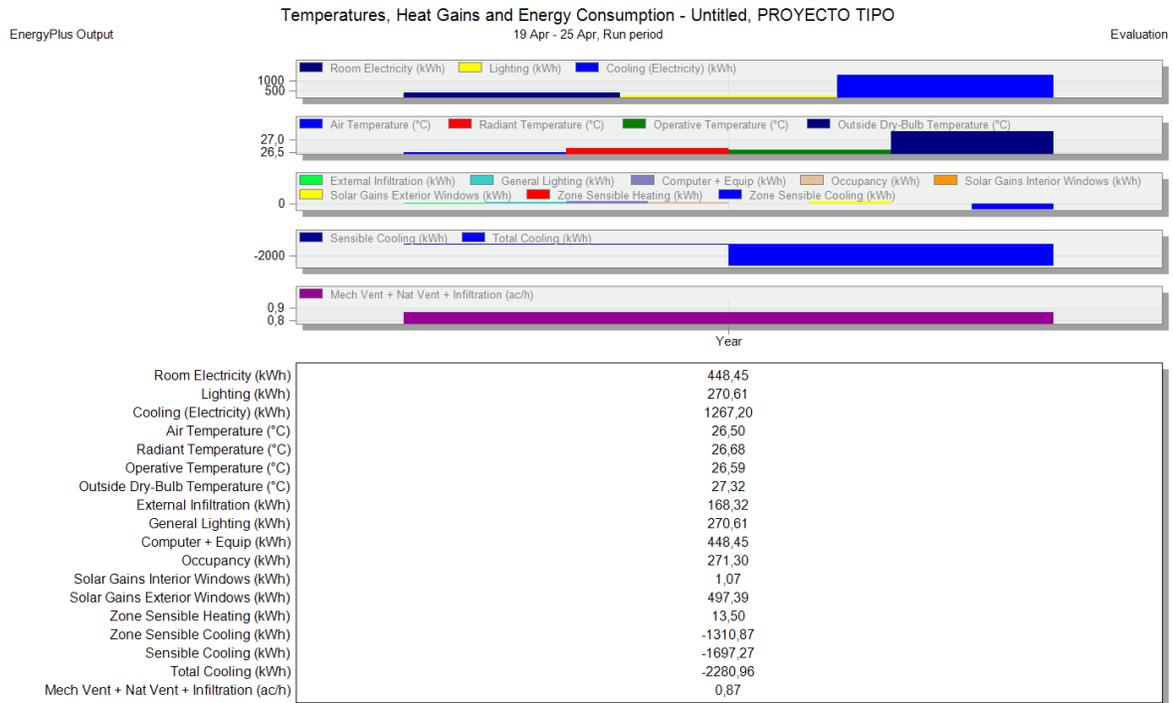


Ilustración 151. Simulación cargas térmicas variable ventanas cerradas y aire acondicionado. Fuente propia

Resumen confort térmico:

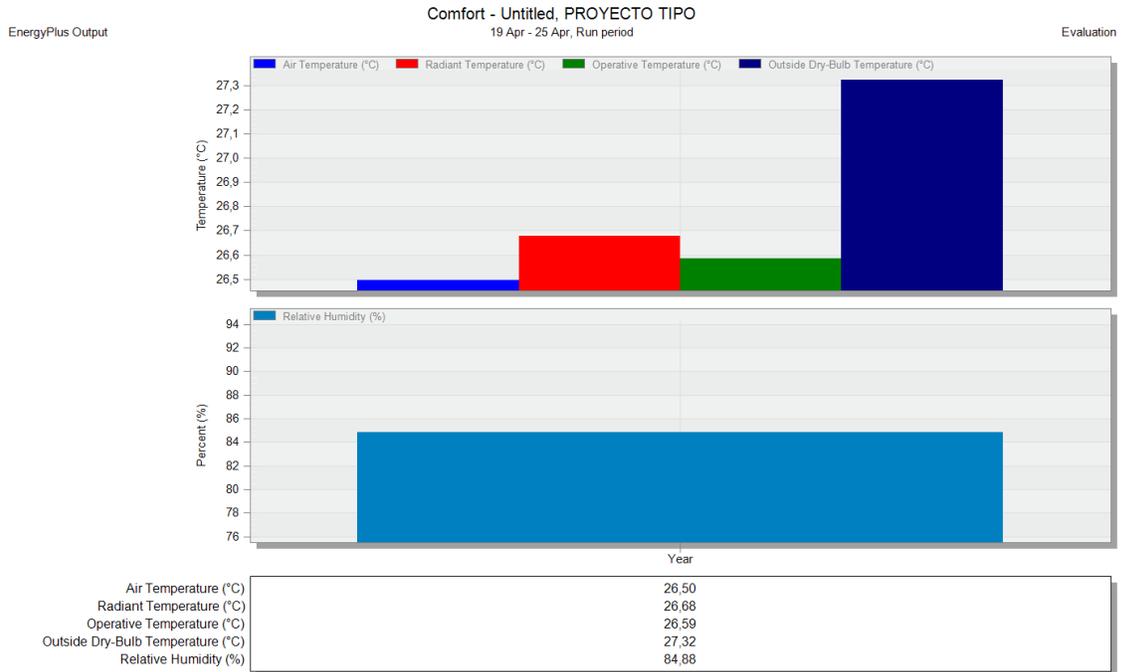


Ilustración 152. Simulación cargas térmicas variable 1 confort térmico. Fuente propia

Consumo de energía eléctrica por uso:

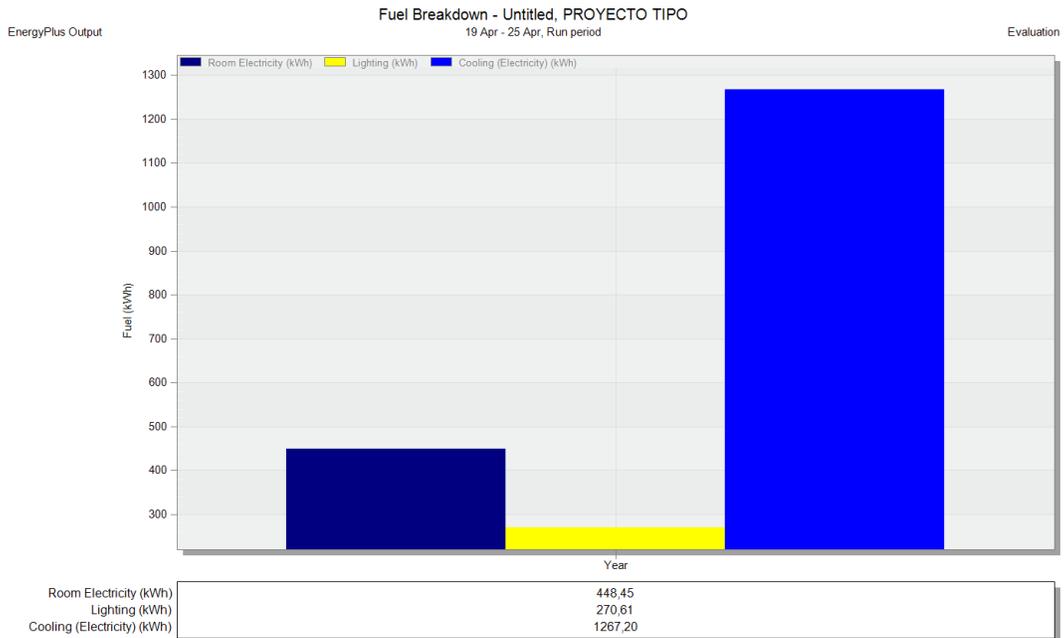


Ilustración 153. Simulación cargas térmicas variable 1 consumo energía eléctrica. Fuente propia

La segunda variable consiste en las mismas condiciones que el caso anterior, pero con ventanas abiertas, obteniendo un total de consumo por refrigeración de 2.285 Kw/h y en el total del consumo de la edificación de 3.004 Kw/h, es decir, la variación en estas dos primeras opciones es muy poca.

**Resultados variable 2:**

**Resumen temperatura operativo y consumo energía eléctrica por uso.**

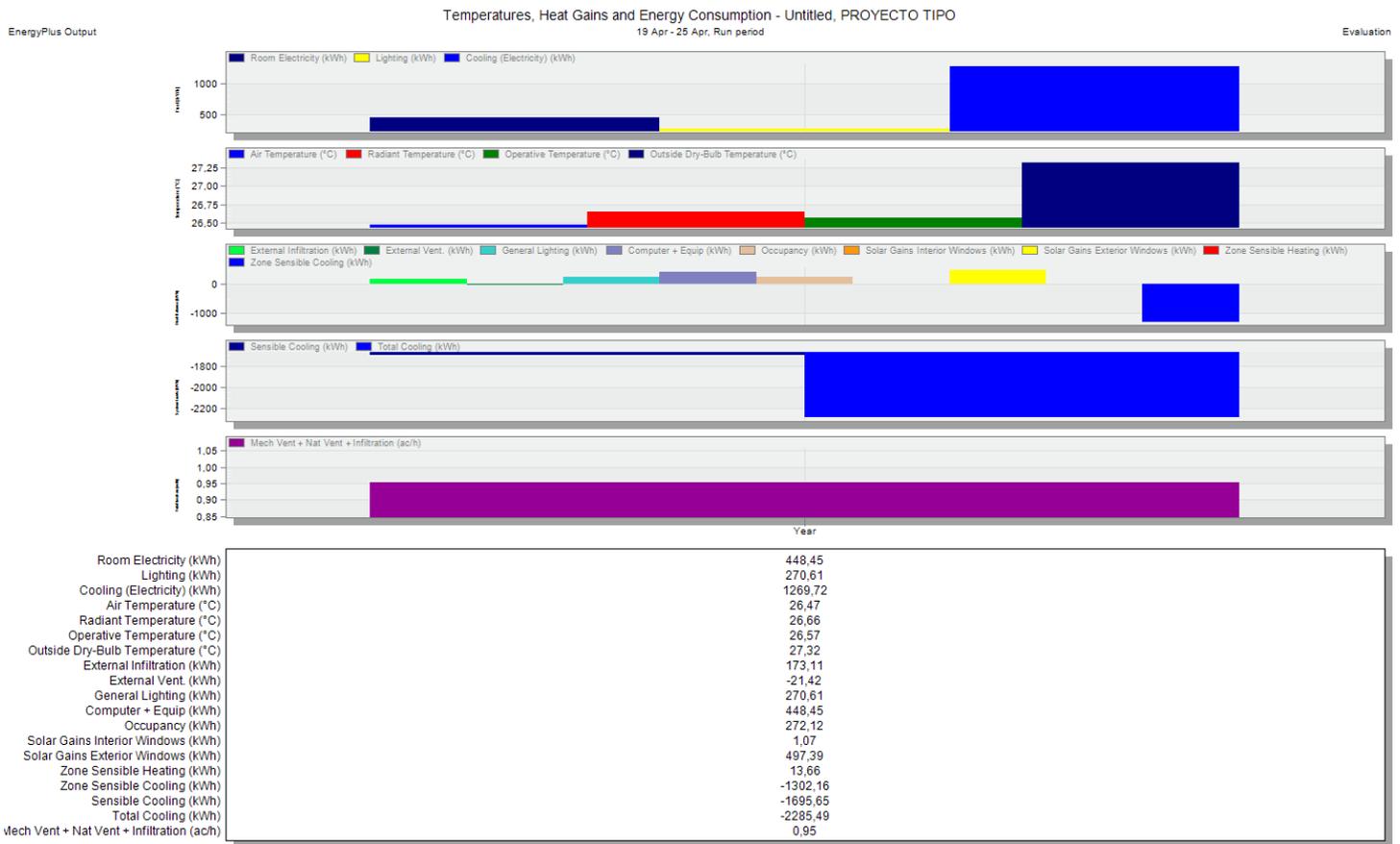


Ilustración 154. Simulación cargas térmicas variable ventanas abiertas y aire acondicionado. Fuente propia

Resumen confort térmico:

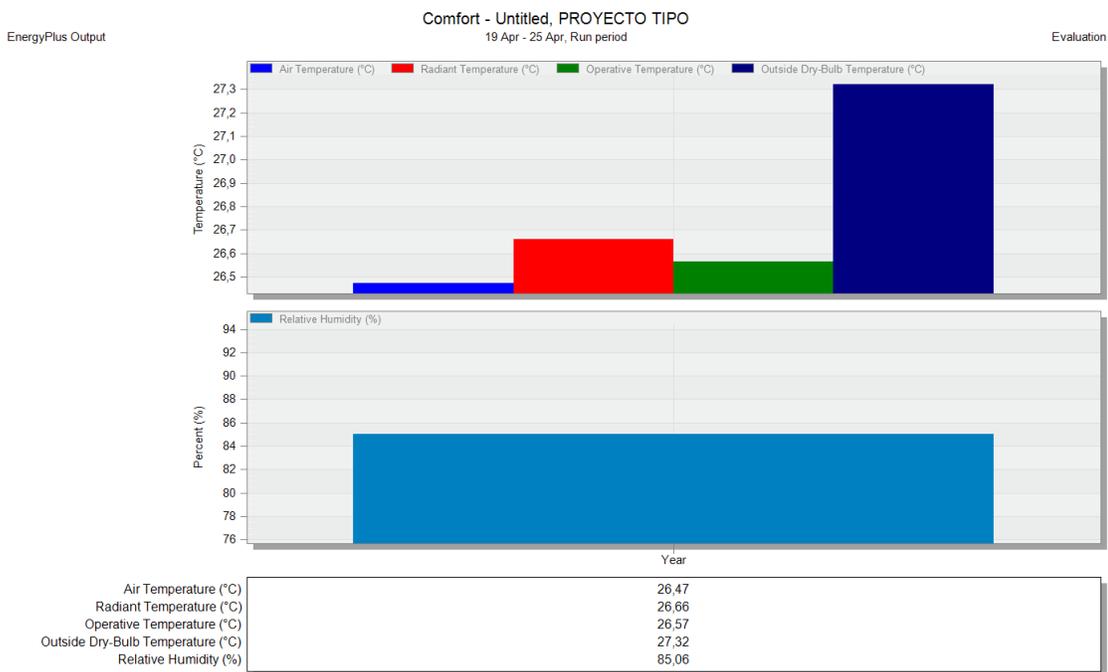


Ilustración 155. Simulación cargas térmicas variable 2 confort térmico. Fuente propia

Consumo de energía eléctrica por uso:

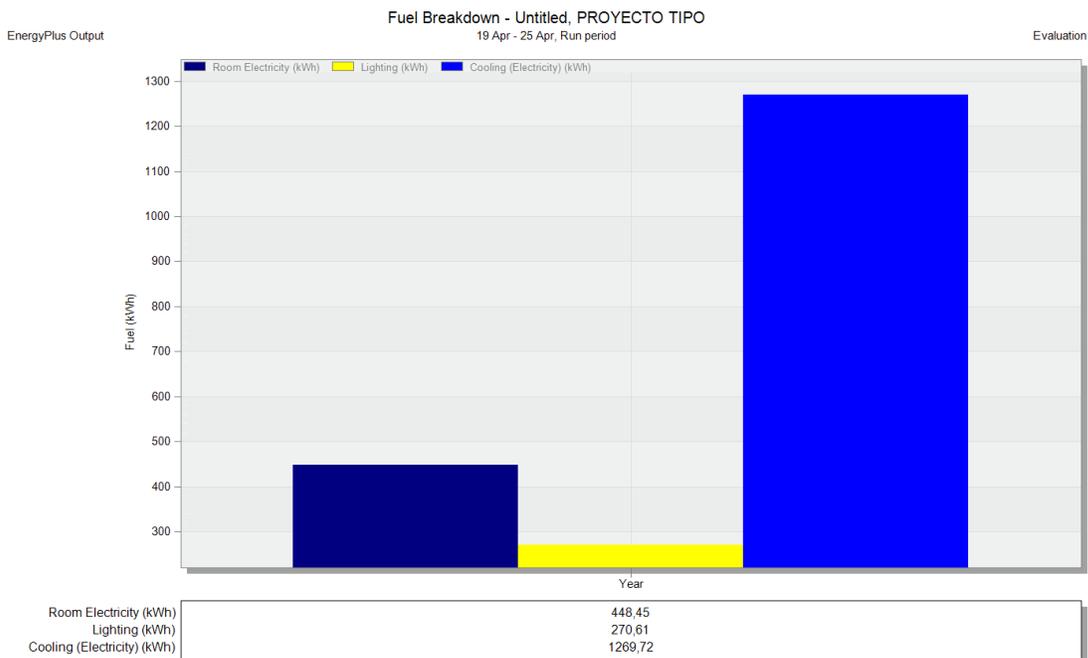


Ilustración 156. Simulación cargas térmicas variable 2 consumo energía eléctrica. Fuente propia

Finalmente, la tercera variable consistió en realizar la simulación sin aire acondicionado y con ventanas abiertas, con el fin de identificar el comportamiento térmico de la edificación sin un sistema HVAC, puesto que el sistema de climatización propuesto solo requiere un 4% de alimentación por energía eléctrica.

Con esta variable, se obtuvo una temperatura operativa de 29,32°C, es decir, encima del confort térmico calculado lo que indica que no sería posible la operatividad de la edificación sin un sistema HVAC, y un consumo total de energía eléctrica de 719 Kw/h, lo que nos permite comprobar que la diferencia entre la segunda variable y el consumo de la bomba de calor que es de 91,44Kw/h, equivale a un ahorro energético mensual de 2.193 Kw/h, es decir un 97% de ahorro energético, y por consiguiente un ahorro en los costos por consumo de energía.

**Resultados variable 3:**

**Resumen temperatura operativo y consumo energía eléctrica por uso.**

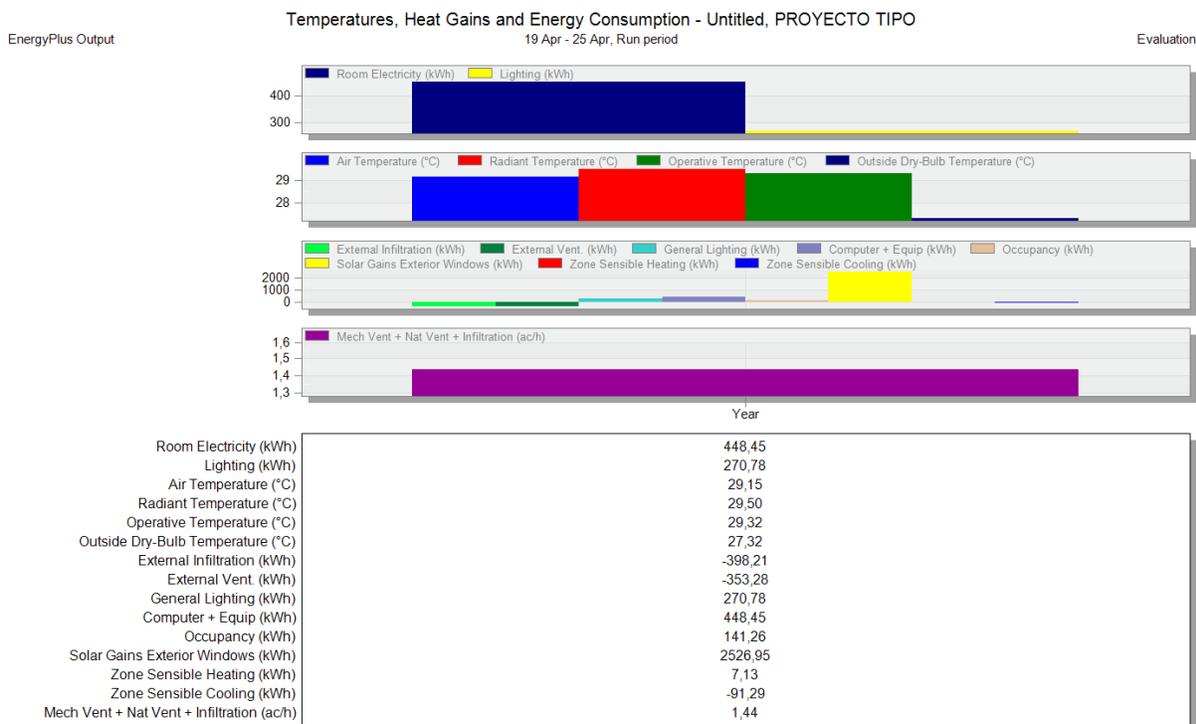


Ilustración 157. Simulación cargas térmicas variable ventanas abiertas sin aire acondicionado.

Fuente propia

Resumen confort térmico:

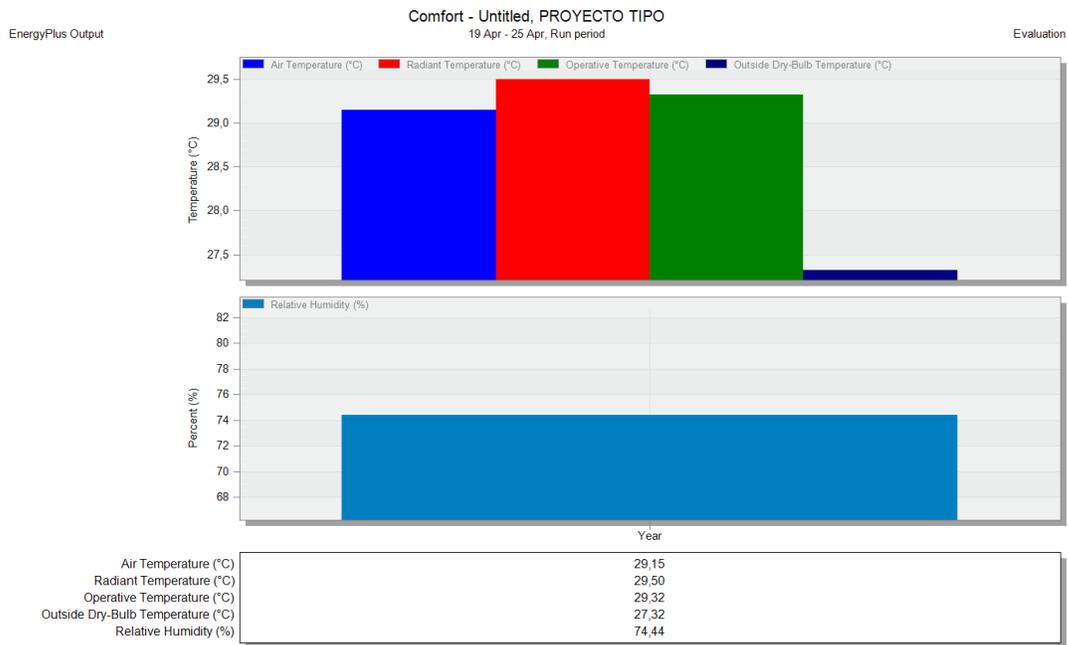


Ilustración 158. Simulación cargas térmicas variable 3 confort térmico. Fuente propia

Consumo de energía eléctrica por uso:

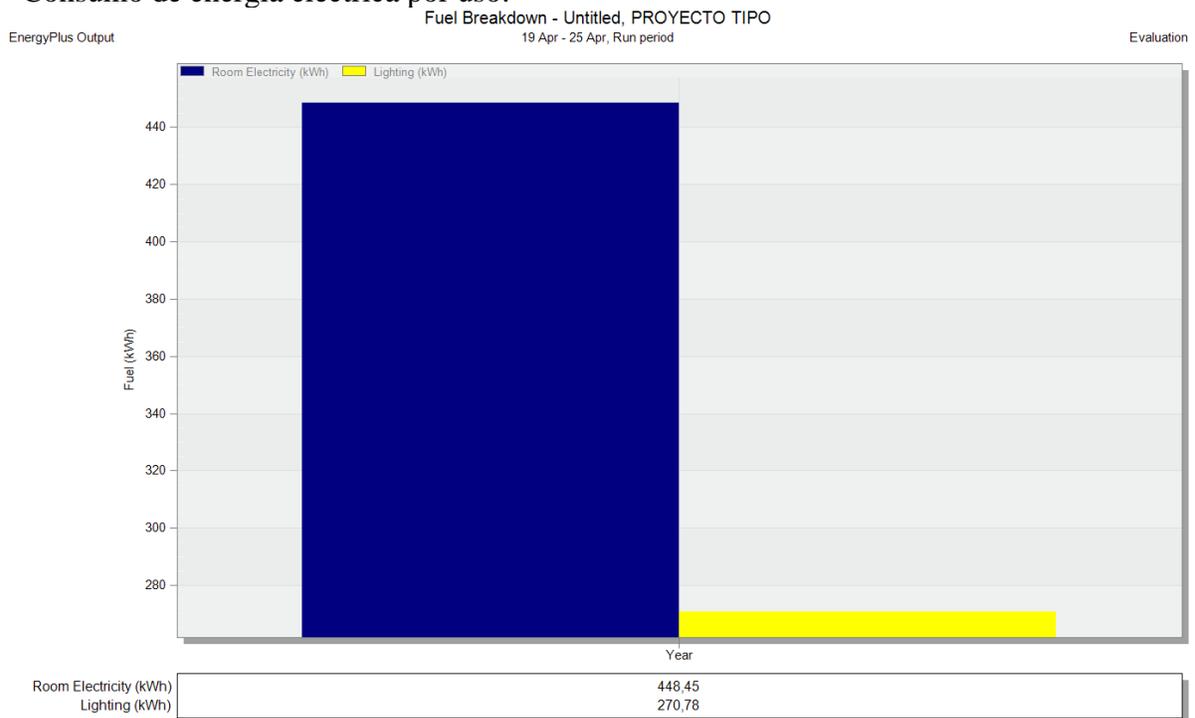


Ilustración 159. Simulación cargas térmicas variable 3 consumo energía eléctrica. Fuente propia

Para esta última variable, se estimó el consumo de energía eléctrica de la bomba calor teniendo en cuenta que por cada 1kw que consume produce 4kw, que obtiene de la energía geotérmica, es decir que, según está la relación consume para el proyecto un total de 91,44Kw/h, en razón de que la capacidad calculada para la bomba de calor es de 365,77Kw/h según los datos obtenidos en la simulación.

Respecto a la emisión de gases de efecto invernadero para la variable de aire acondicionado y ventanas cerradas se estimó un total de 1.203kg de emisiones de CO<sub>2</sub>, la segunda variable de aire acondicionado y ventanas abiertas obtuvo un total de 1.205kg de emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que, con la variable sin aire acondicionado, es decir simulando el uso de Sistema de climatización termoactivo las emisiones se redujeron a 435kg de CO<sub>2</sub> equivalente a un 63,90% menos de emisiones.

#### Variable 1:

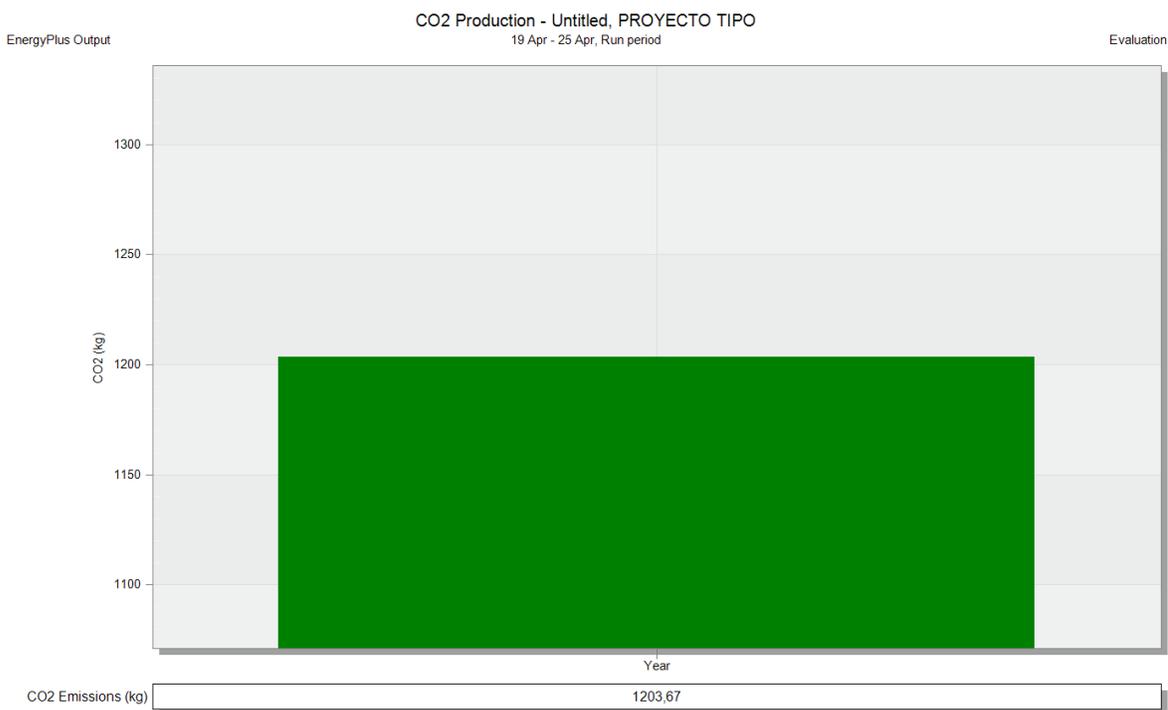


Ilustración 160. Emisiones CO<sub>2</sub> variable 1. Fuente propia.

**Variable 2:**

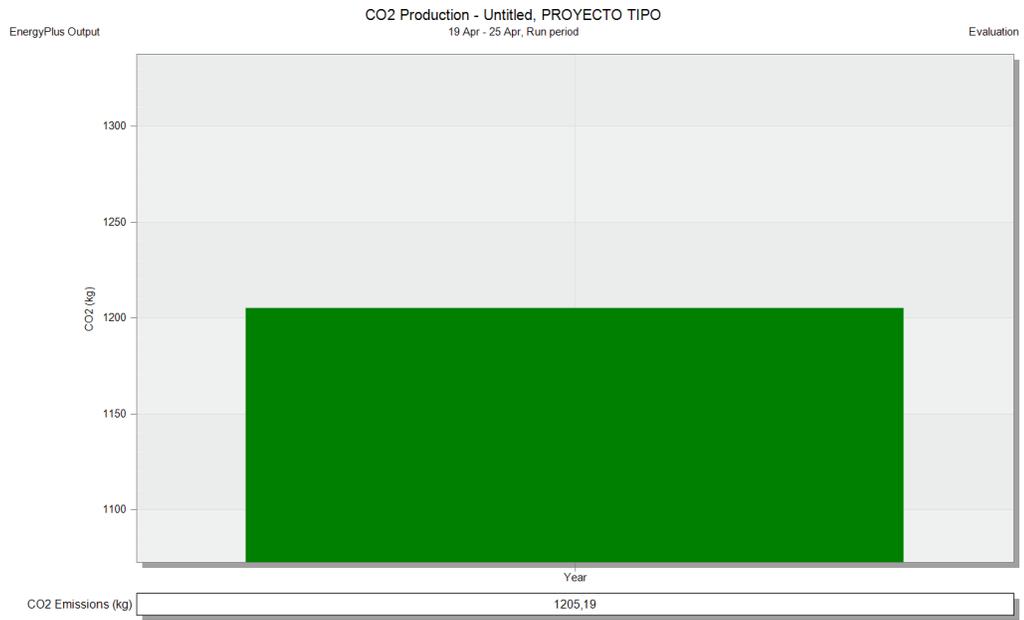


Ilustración 161. Emisiones CO2 variable 2. Fuente propia.

**Variable 3:**

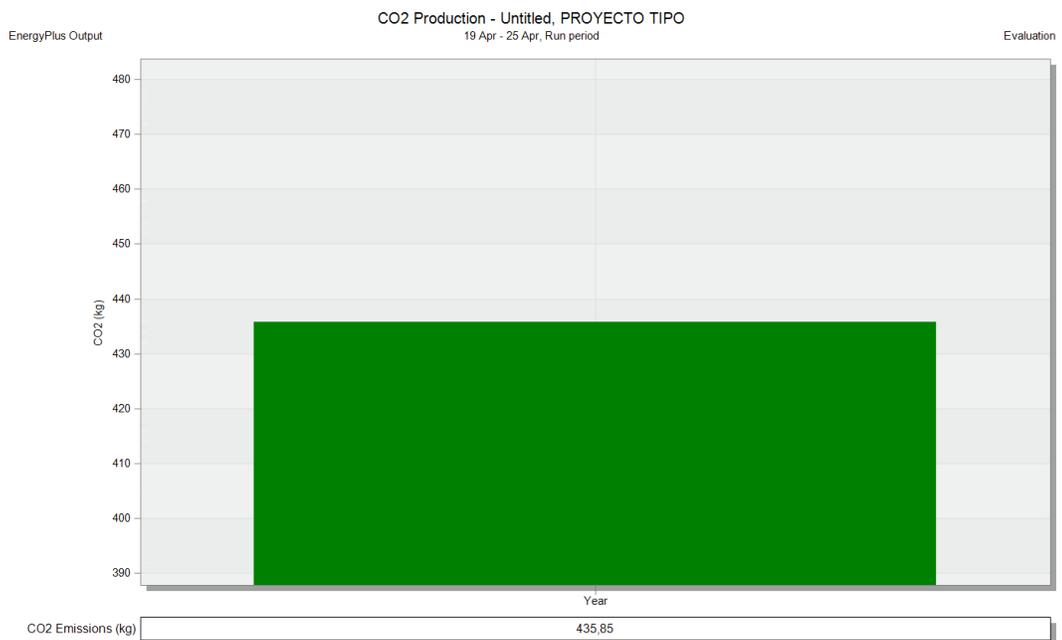


Ilustración 162. Emisiones CO2 variable 1. Fuente propia.

Una vez obtenidos estos datos de cargas térmicas, ahorros energéticos y reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>, y la información de costos de producción y del proyecto que serán expuestos de manera detallada en los siguientes capítulos, se realizó un comparativo entre el sistema de climatización tradicional, es decir, de aire acondicionado y el Sistema de climatización termoactivo, con el fin de identificar los valores comparativos en inversión inicial, costos adicionales que debe contemplar el sistema GEOTABS en concreto, por el aumento de sección de los pilotes, costos por mantenimiento, consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO<sub>2</sub> que se genera, representado en un periodo anual y en periodo de vida útil de la edificación, equivalente a 70 años.

	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CONVENCIONAL (AIRE ACONDICIONADO)
Inversión Inicial	\$ 203.198.920	\$ 37.456.000
% Aumento de material (Concreto en pilotes)	6%	0%
Aumento de material (Concreto en pilotes)	\$ 3.387.420	\$ 0
Vida util (Años)	70	18
Mantenimiento	1 vez cada 2 años	1 vez al año
Costo aprox. del mantenimiento	\$ 3.361.097	\$ 1.090.000
Consumo de energía eléctrica mes	91,44 Kw/h	2285 Kw/h
Costo energía eléctrica mes	\$ 50.584	\$ 1.264.039
Intereses de préstamo	25,34%	0%
Intereses de préstamo pesos	\$ 114.359.420	\$ 0
Emisiones CO <sub>2</sub> (Kg)	435Kg	1.205Kg

Tabla 19. Comparativo sistema GEOTABS y sistema aire acondicionado. Fuente propia.

<b>COMPARATIVO ANUAL</b>		
	<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO</b>	<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CONVENCIONAL (AIRE ACONDICIONADO)</b>
Inversión (costo total/vida útil)	\$ 2.902.842	\$ 2.080.889
Aumento de material (Concreto en pilotes)	\$ 3.387.420	\$ 0
Mantenimiento (costo total/frecuencia)	\$ 1.680.549	\$ 1.090.000
Costo energía eléctrica (Costo mensual *12)	\$ 607.004	\$ 15.168.470
Intereses de préstamo pesos anual	\$ 22.871.884	\$ 0
Emisiones CO2 anual (Kg)	5.220kg	14.460kg
<b>VALOR TOTAL ANUAL</b>	<b>\$ 5.190.395</b>	<b>\$ 18.339.359</b>

Tabla 20. Comparativo anual sistema GEOTABS y sistema aire acondicionado. Fuente propia.

<b>COMPARATIVO VIDA UTIL DE LA EDIFICACIÓN (70 AÑOS)</b>		
	<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO</b>	<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN CONVENCIONAL (AIRE ACONDICIONADO)</b>
Inversión	\$ 203.198.920	\$ 149.824.000
Aumento de material (Concreto en pilotes)	\$ 3.387.420	\$ 0
Mantenimiento (costo total anual*70)	\$ 117.638.395	\$ 76.300.000
Costo energía eléctrica (Costo anual*70)	\$ 42.490.303	\$ 1.061.792.886
Intereses de préstamo pesos anual 5 años	\$ 114.359.420	\$ 0
Emisiones CO2 (kg)	365.400(kg)	1.012.200 (kg)
<b>VALOR TOTAL VIDA ÚTIL</b>	<b>\$ 477.687.038</b>	<b>\$ 1.287.916.886</b>

Tabla 21. Comparativo vida útil edificación sistema GEOTABS y sistema aire acondicionado. Fuente propia.

Según la comparación del sistema de climatización termoactivo y el sistema de aire acondicionado convencional, considerando variables como la inversión inicial, vida útil, mantenimiento, consumo de energía eléctrica, emisiones de CO<sub>2</sub>, entre otras, el sistema de climatización termoactivo tiene un costo anual de 5.200.000 pesos y en la vida útil de la edificación que se estimó es de 70 años es de 477.680 mil pesos, mientras que el sistema de aire acondicionado tiene un costo anual de 18.350 mil pesos y en la vida útil es de 1.287.920 mil pesos.

Es decir, el prototipo desarrollado concluye que el sistema GEOTABS tendría un menor costo en los anteriores aspectos analizados, consumo de energía eléctrica y emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que el aire acondicionado tendría un mayor costo respecto a la estimación de la vida útil de la edificación.

## **6.5 Costos.**

### **6.5.1 Precios unitarios.**

Los precios unitarios se establecieron en el siguiente APU (Análisis de precios unitarios) teniendo en cuenta cada uno de los costos requeridos para la instalación del sistema en el edificio tipo seleccionado:

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO (ML)(840ml)					Presentación y valor de insumo		124.589,27
Ítem	Descripción	UND	Rendimiento	Desperdicio	Cantidad	Valor Unitario	Valor Parcial
<b>Materiales</b>							<b>66.554,52</b>
1	Sonda geotérmica	ML	1,00	0,0%	1,00	12.115,00	12.115,00
2	Bomba geotérmica	UND	1,00	0,0%	1,00	6.309,52	6.309,52
3	Distribuidor de HPDE (entrada y salida de tuberías)	UND	1,00	0,0%	0,05	500.000,00	25.000,00
4	Válvula reguladora	UND	1,00	0,0%	0,05	118.000,00	5.900,00
5	Arqueta de distribución para la conexión de las sondas	UND	1,00	0,0%	0,05	130.000,00	6.500,00
6	Tubería HPDE	ML	1,00	0,0%	0,50	8.000,00	4.000,00
7	Distanciador para tubos	UND	1,00	0,0%	0,05	10.000,00	500,00
8	Tubería de distribución	ML	1,00	1,5%	1,00	6.230,00	6.230,00
<b>Herramienta Menor</b>							<b>2.066,00</b>
10	Herramienta menor	UN	1,00	0,0%	1,00	2.066,00	2.066,00
<b>Equipo</b>							<b>2.500,00</b>
11	Cortadora de Tubería	UN	1,00		0,01	500.000,00	2.500,00
<b>Mano Obra</b>							<b>50.468,75</b>
12	Oficial Instalador	M2	2,05		1,00	9375	19.218,75
13	Ayudante Instalador	M2	2,00		1,00	7812,5	15.625,00
14	Ayudante Instalador	M2	2,00		1,00	7812,5	15.625,00
<b>Subcontratos</b>							<b>3.000,00</b>
15	Transporte	UND	1,00		1,00	3.000,00	3.000,00

Tabla 22. APU GEOTABS. Fuente propia

### 6.5.2 Costos globales de producción

Para los costos globales de producción se debe tener en cuenta los conceptos relacionados con el Plan de Marketing, costos fijos y costos preoperativos con el fin de obtener una estimación más concreta para definir el precio de venta. Para ello se tienen los siguientes costos:

Costos fijos:

<b>ARRIENDO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AREA</b>	<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>VALOR TOTAL anual</b>
Arriendo Bodega-Oficina	500 m <sup>2</sup>	\$ 3.000.000,00	\$ 36.000.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 36.000.000,00</b>

Tabla 23. Costos fijos. Fuente propia.

<b>SERVICIOS PÚBLICOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>VALOR TOTAL anual</b>
Agua	\$ 100.000	\$ 1.200.000
Energía eléctrica	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Voz y Datos	\$ 200.000	\$ 2.400.000
CCTV	\$ 100.000	\$ 1.200.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 700.000</b>	<b>\$ 8.400.000</b>

<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>VALOR TOTAL anual</b>
Asesoría contable	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
Cafetería y aseo	\$ 150.000	\$ 1.800.000
Caja menor	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Dotación personal administrativo	\$ 350.000	\$ 4.200.000
Papelería oficina	\$ 100.000	\$ 1.200.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.900.000</b>	<b>\$ 22.800.000</b>

NOMINA									
Descripción	Tipo de vinculación	Sueldo	Cantidad	U.M.	Auxilio de transporte	Aportes empleados	Prestaciones sociales	Valor unitario	Valor Total Mensual
Gerente general	Indefinido	\$4.800.000	30,00	día	\$ -	\$(384.000)	\$2.484.960	\$230.032	\$ 6.900.960
Director de Proyectos y Diseño	Indefinido	\$3.000.000	30,00	día	\$ -	\$(240.000)	\$1.553.100	\$143.770	\$ 4.313.100
Auxiliar de proyectos	Indefinido	\$1.300.000	30,00	día	\$102.853	\$(104.000)	\$673.010	\$65.729	\$ 1.971.863
Delineante de Arquitectura	Indefinido	\$1.300.000	30,00	día	\$102.853	\$(104.000)	\$673.010	\$65.729	\$ 1.971.863
Director de Obra y Control de Calidad	Indefinido	\$3.000.000	30,00	día	\$ -	\$(240.000)	\$1.553.100	\$143.770	\$ 4.313.100
Auxiliar Administrativo	Indefinido	\$1.100.000	30,00	día	\$102.853	\$(88.000)	\$569.470	\$56.144	\$ 1.684.323
Auxiliar de ventas	Indefinido	\$1.100.000	30,00	día	\$102.853	\$(88.000)	\$569.470	\$56.144	\$ 1.684.323
Servicios Generales	Indefinido	\$1.000.000	30,00	día	\$102.853	\$(80.000)	\$517.700	\$51.352	\$ 1.540.553
<b>COSTO TOTAL</b>									<b>\$ 24.380.085</b>

Tabla 24. Nómina costos fijos. Fuente propia

COSTOS FIJOS		
DESCRIPCIÓN	VALOR MES	VALOR ANUAL
Nomina	\$ 24.380.085	\$ 292.561.020
Arriendo Oficina-Bodega	\$ 3.000.000	\$ 36.000.000
Servicios Públicos	\$ 700.000	\$ 8.400.000
Gastos Administrativos	\$ 1.900.000	\$ 22.800.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 29.980.085</b>	<b>\$ 359.761.020</b>

Tabla 25. Total costos fijos. Fuente propia

Costos preoperativos:

COSTOS PREOPERATIVOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Adecuaciones instalaciones bodega-oficina	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Constitución de la sociedad	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Investigación de mercado	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Arriendo oficina	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Servicios públicos	1	\$ 100.000	\$100.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 7.100.000</b>

Tabla 26. Costos preoperativos. Fuente propia

COSTOS PREOPERATIVOS (NÓMINA)				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL MESES	VALOR MENSUAL	VALOR TOTAL
Personal de obra (adecuaciones)	2	1	\$ 1.300.000	\$ 2.600.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2.600.000</b>

Tabla 27. Costos preoperativos Nómina. Fuente propia

<b>Total costos preoperativos</b>	<b>\$ 9.700.000</b>
-----------------------------------	---------------------

Costos Plan de Marketing:

COSTOS DE PUBLICIDAD		
MEDIO	COSTO	
	MENSUAL	TOTAL ANUAL
Valla publicitaria exterior	\$ 1.500.000	\$ 6.000.000
Brochure de productos	\$ 350.000	\$ 4.200.000
Participación en ferias y eventos promocionales	\$ 1.000.000	\$ 4.000.000
Banner en página web de 270 x 112 pixels	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
Pauta medios impresos revista axxi (Una Columna)	\$ 800.000	\$ 9.600.000
Página web	\$ 500.000	\$ 6.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5.150.000</b>	<b>\$ 41.800.000,00</b>

Tabla 28. Costos plan de marketing

### 6.5.3 Valor comercial del producto.

Una vez planteados los anteriores conceptos que hacen parte de los costos de producción, se obtuvo el precio de venta del producto, a partir de las unidades de venta que se estimaron producir para el primer año de 11.760 metros lineales de sondas geotérmicas, de igual manera, se incluyó el costo por unidad de los intereses del primer año por la financiación del proyecto ante la entidad bancaria, equivalente a \$8.284.

En cuanto a la utilidad, se estableció una utilidad del 30% dada la innovación que ofrece el producto en el mercado del país y el valor agregado en cuanto a la asesoría de prefactibilidad del proyecto, que permitirá integrarse con la aplicación de este sistema de climatización para tener una mayor sostenibilidad en la edificación.

Una vez incluidos estos valores se obtuvo un total de \$215.713 por unidad (ml).

PRECIO DE VENTA POR UNIDAD			
DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	UNIDADES 1er AÑO	PRECIO POR UNIDAD
Plan de Marketing	\$ 3.554	\$ 3.554	\$ 3.554
Costos fijos	\$ 30.592	\$ 30.592	\$ 30.592
Costos variables (APU)	\$ 124.589	\$ 124.589	\$ 124.589
Costos pre-operativos	\$ 825	\$ 825	\$ 825
		<b>SUBTOTAL</b>	\$ 159.560
		<b>UTILIDAD 30%</b>	\$ 47.868,13
		<b>TOTAL PRECIO DE VENTA</b>	<b>\$ 215.713</b>

Tabla 29. Precio de venta por unidad. Fuente propia

PRECIO INTERESES POR UNIDAD			
DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	UNIDADES 1er AÑO	PRECIO POR UNIDAD
Intereses primer año	\$ 97.420.030	11.760	\$ 8.284

Tabla 30. Precio intereses por unidad. Fuente propia

## **Capítulo 7**

### **Gestión organizacional y administrativa**

#### **7.1 Políticas empresariales**

##### **7.1.1 Visión**

COLTBAS S.A.S. para el año 2025 será una compañía líder en el sector de la climatización sostenible de edificaciones con presencia nacional, orientada a ofrecer servicios de calidad que protejan el medio ambiente, compitiendo exitosamente en la industria, siempre enmarcando nuestros objetivos a satisfacer las necesidades de nuestros clientes, obteniendo reconocimiento y contribuyendo al desarrollo sostenible del país.

##### **7.1.2 Misión**

Realizamos diseños, construcción e instalación de sistemas de climatización termoactivos, creando edificaciones más innovadoras y sostenibles. Para lograrlo, contamos con un equipo humano que se caracteriza por sus destrezas y conocimientos en la industria de la construcción garantizando el óptimo desempeño de nuestra organización.

Nuestra empresa tiene una alta responsabilidad social, tenemos una gran oportunidad para que a través de la forma como hacemos y enfocamos nuestro trabajo, transformemos nuestro entorno, el de nuestros clientes y trabajadores.

##### **7.1.3 Objetivos empresariales**

Ofrecer servicios de alta calidad con enfoque a la preservación ambiental, optimizando los recursos mediante la reducción del consumo energético que demandan los sistemas de climatización de las edificaciones en las ciudades de Barranquilla y Cartagena, con el fin de garantizar la rentabilidad de la compañía y generar un valor social y ambiental.

## 7.2 Estructura organizacional.

### 7.2.1 Departamentalización de la empresa.

COLTABS S.A.S. es una empresa mediana que se divide en los siguientes departamentos o áreas con sus respectivos directores encargados para que los procesos sean cumplidos a satisfacción.

- **Área de diseño:** Está conformada por el Director de Proyectos y Diseños, un Delineante de Arquitectura y un Auxiliar Administrativo, es el área encargada de la elaboración de los diseños correspondientes a cada proyecto a ejecutar.
- **Área de Proyectos y Control de Calidad:** Cuenta con el Director de Obra y control de calidad, Auxiliar de proyectos y Auxiliar administrativo, se encarga de parte de la planeación como presupuesto, compra de materiales, recepción y distribución de estos, también se encarga de la etapa de ejecución y el control de calidad del proyecto.
- **Área administrativa:** Conformada por el Gerente General, Auxiliar administrativo y Auxiliar de ventas, esta área esta encargada de todos los procesos administrativos, financieros y ventas, como contratación y control de personal, procesos contables, balances, comercialización y promoción del producto.

## 7.2.2 Organigrama, recursos humanos.

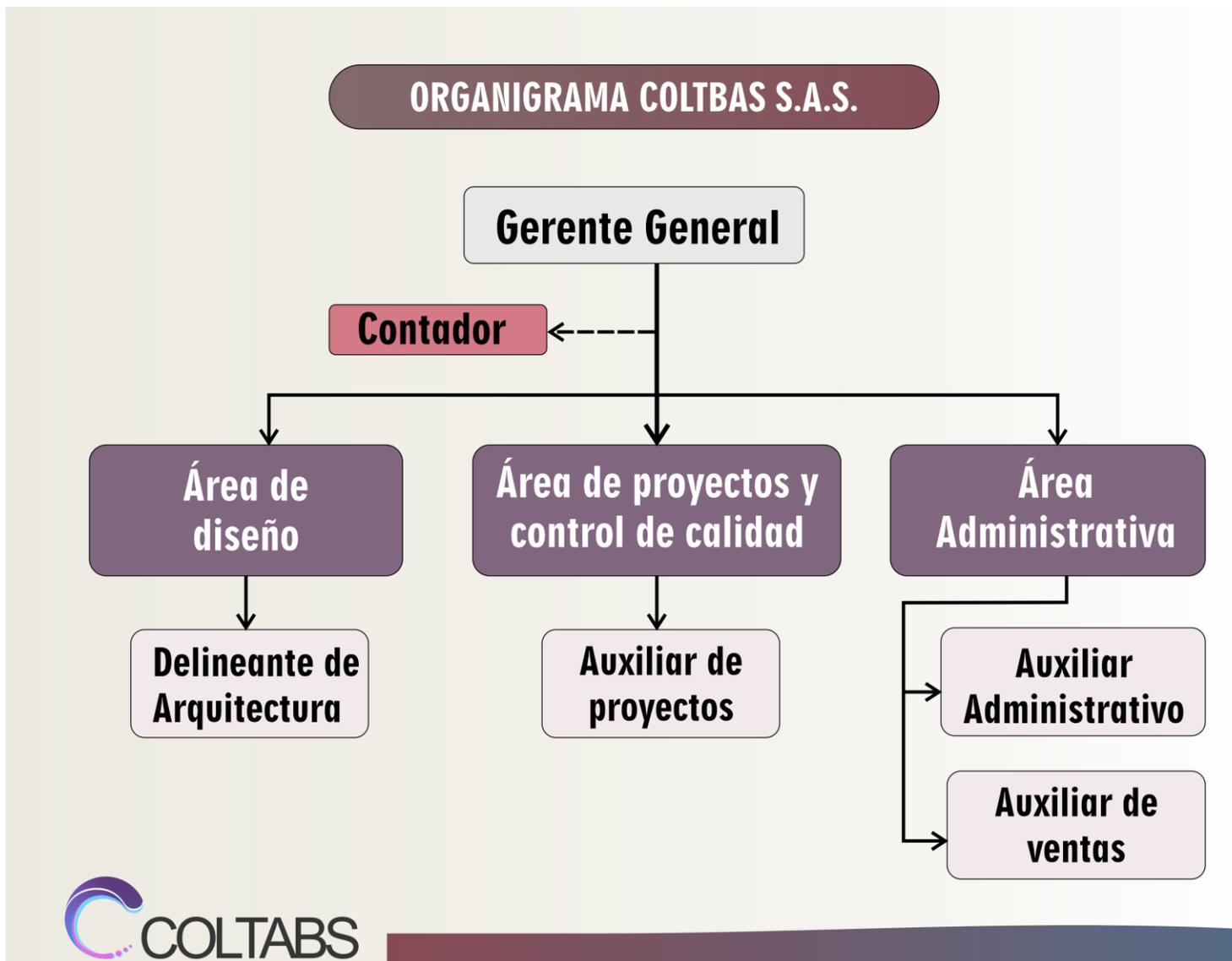


Ilustración 163. Organigrama COLTABS S.A.S.

### **7.3 Constitución de la empresa y aspectos legales.**

#### **7.3.1 Tipo de sociedad a constituir**

COLTABS S.A.S., se conformó como Sociedad por Acciones Simplificada, dado que los requisitos que la conforman son flexibles y se adaptan a lo que se buscaba con la compañía. COLTABS S.A.S., está conformada por dos socios Karen Lorena Ospina Quiroga y Rosa Angelica Téllez Sanabria, su capital aportado es considerado adecuado para una empresa de tamaño mediano, y no se determinó un tiempo límite de constitución.

Uno de los beneficios de la Sociedad por Acciones Simplificada es que no requiere la conformación de una junta directiva, además algo muy importante para la compañía es que facilita el camino para recibir el apoyo de fondos de capital de riesgo y capital semilla, indispensables en la fase de emprendimiento.

#### **7.3.2 Análisis y aplicación de la legislación vigente.**

Teniendo en cuenta que el principal objetivo del Sistema de climatización termoactivo es el ahorro energético, las normas aplicables a la actividad económica son:

- NTC-ISO 50001:2019 Eficiencia Energética. Conservación de la energía en general: Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía (SGEn). Su objetivo es permitir a la organización seguir un enfoque sistemático para lograr la mejora continua del desempeño energético y del sistema de gestión de la energía.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas para Edificaciones – RITE: Establece las pautas mínimas a nivel de confort, eficiencia energética, protección del medio ambiente y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en las edificaciones, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.
- Ley 697 de 2001 - Secretaría Distrital del Hábitat: 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.

### 7.3.3 Protección intelectual e industrial de los productos o servicios.

Respecto a la protección intelectual e industrial de los productos o servicios, se realizará el registro ante la Superintendencia de Industria de Cámara y Comercio de la marca del producto.

Registro de Marca del Producto	
Solicitud de Solicitud de registro de marca de productos o servicios por una clase, incluidas las modificaciones relacionadas con limitaciones de productos o servicios y las no sustanciales del signo, que no sea divisional.	\$1.160.500

Tabla 31. Tasa Registro de marca del producto. Tomado de: <https://www.sic.gov.co/>

## Capítulo 8

### Plan de marketing

#### 8.1 Estrategia de producto o servicio.

##### 8.1.1 Marca comercial producto o servicio

Como se menciona en el ítem 6.1 del capítulo 6, la marca comercial establecida para el producto se denomina GEOTABS.



Ilustración 164. Logotipo GEOTABS. Fuente propia

##### 8.1.2 Presentación, dimensión, modulación, empaque y embalaje.

Para definir la presentación y empaque del producto de Sistemas de Climatización termoactivos se tiene en cuenta la primera referencia sobre la Guía sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en la climatización de edificios (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014), la cual en su capítulo 3 sobre Estructuras termoactivas en edificios de oficinas hace referencia al funcionamiento del sistema TABS (Thermally Activated Building Structures) y su aplicación en edificaciones de oficinas, mencionando el diseño adecuado para su instalación en este tipo de edificaciones.

Se menciona que principalmente se debe tener en cuenta el diseño de la edificación, que se encuentre diseñada según la radiación solar que va a recibir debido a que una adecuada ubicación permitirá reducir el calentamiento del interior de la edificación, así

como la implementación de materiales que se comporten como aislamiento térmico que mejoren las condiciones de inercia térmica en los elementos estructurales.



Ilustración 165. Sistema TABS en losa de cimentación y sistema estructural. Tomado de: (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid, 2014)

Respecto al sistema de tuberías, es importante que se desarrolle un diseño armónico con la red de tuberías, los accesorios, y demás elementos necesarios para la implementación del sistema TABS en el sistema estructural, para además garantizar la máxima cobertura en la edificación. Teniendo en cuenta para el diseño aspectos como la mecánica del suelo, hidrología, cimentaciones y estructuras a implementar en el proyecto, debido a que un correcto diseño de los intercambiadores proporcionara un adecuado flujo de energía en los elementos estructurales que se adaptan a las necesidades de equilibrio térmico.

En ese sentido, se realizó la observación de campo del sitio web de la empresa Uponor (Uponor, 2019), con el fin de obtener información sobre las estrategias implementadas por la compañía respecto a la presentación y empaque del producto, el cual es promocionado a través de su sitio web. En este se describe la importancia de tener en cuenta el diseño del sistema y las ventajas que proporciona en la edificación al ser un sistema invisible y silencioso que no hace circular el aire con polvo, sin corrientes de aire, así como se considera invisible por el hecho de brindar a los arquitectos y diseñadores la libertad para desarrollar diseños al interior de la edificación sin los ductos convencionales de aire acondicionado y ventilación.



Ilustración 166. Sistema TABS. Tomado de: [www.uponor.es](http://www.uponor.es)

En esta empresa, la comercialización de este sistema de climatización termoactivo lo denominan como “Uponor Geo Vertis sonda PEX-a 2xU PE-Xa 2XU”, que consiste en el sistema de captadores geotérmicos verticales que pueden aplicarse a elementos como pilotes, su unidad de embalaje es en metros lineales y su presentación de empaque es por caja, respecto a las dimensiones este producto tiene 32mm de diámetro x 2.9mm de espesor de las sondas geotérmicas, disponible en las siguientes presentaciones:

#### Uponor Geo Vertis sonda PEX-a 2xU

- Sonda geotérmica doble
- PEX-a
- Pie de sonda doble con unión para lastre.
- Ancho pié de sonda 105 mm.



Código Uponor	Dimensión	dxs mm	Uds. Caja	PVP/m. ud
1078572	4 x 32x2,9 SDR11	32x2,9	80	MTR 1995,00 €
1078572	4 x 32x2,9 SDR11	32x2,9	100	MTR 2323,00 €
1078572	4 x 32x2,9 SDR11	32x2,9	110	MTR 2498,00 €
1078572	4 x 32x2,9 SDR11	32x2,9	125	MTR 2750,00 €
1078572	4 x 32x2,9 SDR11	32x2,9	150	MTR 3160,00 €

#### Uponor Geo Vertis sonda PEX-a 1xU

- Sonda geotérmica simple
- PEX-a
- Pie de sonda doble con unión para lastre.
- Ancho pié de sonda 104 mm.



Código Uponor	Dimensión	dxs mm	Uds. Caja	PVP/m. ud
1078573	2 x 40x3,7 SDR11	40x3,7	100	MTR 1925,00 €
1078573	2 x 40x3,7 SDR11	40x3,7	110	MTR 2065,00 €
1078573	2 x 40x3,7 SDR11	40x3,7	125	MTR 2290,00 €
1078573	2 x 40x3,7 SDR11	40x3,7	150	MTR 2660,00 €

Ilustración 167. Descripción del producto UPONOR. Tomado de: [www.uponor.es](http://www.uponor.es)

Por último, como referencia para definir el empaque y la presentación del producto se tomó en cuenta la presentación sobre los Sistemas TABS de la compañía Atic for HVAC Professionals (ATIC for HVAC Professionals , 2017), que menciona el funcionamiento de estos sistemas en las edificaciones, describiendo la manera en que distribuyen el flujo de la energía geotérmica a la bomba de calor y produce la climatización al interior de la edificación.

De igual manera, se resalta la ventaja que tiene por considerarse como un sistema invisible que no tiene instalaciones fuera de los acabados del interior de la edificación, ni ductos visibles para la circulación del aire. Para este caso, la empresa considera necesario el desarrollo de una etapa de diseño integrado que tenga en cuenta procesos de estudio de factibilidad de diseño, pre-diseño, determinación de la necesidad del cliente a partir de una simulación de diseño y funcionamiento y por supuesto la fase de puesta en marcha.

A partir de las referencias analizadas, se puede concluir que la presentación del producto debe ser en metros lineales debido a que las sondas geotérmicas que se requieren para el sistema se miden en esta unidad, de igual manera tomando como referencia el sistema “Gamma Sistema Ferroterm” (MAZARIEGOS, y otros, 2009) de la empresa Ferroplast que opera en España sobre la distribución de las sondas geotérmicas en los pilotes como se muestra a continuación:

Zona	Nº de pilotes	Nº de sondas por pilote	Nº de sondas	ML de armadura por pilote	ML de sondas
Oficinas	196	2	392	14	5.488

Ilustración 168. Distribución de pilotes y sondas geotérmicas. Tomado de: (MAZARIEGOS, y otros, 2009)

De lo anterior se establece que por cada pilote se requieren 2 sondas de 14ml cada una, con respecto a los metros lineales de la armadura del pilote. Por lo tanto, las unidades de medidas, presentación y empaque del producto se determinan así:

**Empaque:** Rollos de 50-300ml de sonda geotérmica con sus respectivos accesorios (pie de sonda, válvulas y uniones).

**Presentación:** La unidad de medida del producto será en metros lineales.

### **8.1.3 Garantía y servicio de postventa.**

Ahora bien, para determinar la garantía del producto se toma como referente la observación de campo del sitio web de la empresa Vent Thermal (Vent Thermal), que define como política de garantía aplicar una cobertura que permita garantizar al cliente tranquilidad en los productos ofrecidos y calidad en los mismos, en todas las soluciones de calefacción y refrigeración que ofrecen.

En ese sentido, el programa de garantía establece que cuando sus productos fallan se encargan de realizar la reparación, reemplazo o reembolso en caso de ser necesario. Esta garantía tiene cobertura en un periodo hasta por dos años a partir de la fecha de compra, aplica para los cables calefactores, conectores, termostatos, controladores, accesorios, sondas y zapatas de tubo, que presenten defectos de mano de obra y materiales defectuosos.

De igual manera, solo aplica para productos que hayan sido adquiridos e instalados en Estados Unidos, Canadá y Centroamérica, verificando que se le haya dado el uso correcto al sistema y que el daño no haya sido causado por mal uso, accidente, mantenimiento inadecuado y entre otros, para los cual se tiene un plazo máximo de 30 días para notificar después de sucedido el daño.

Como complemento a esa información, se tomó en cuenta la observación de campo de la empresa Madimack (Madimack) que igualmente comercializa sistemas de climatización termoactivos y otras soluciones de climatización para edificaciones, menciona sobre la garantía del producto un servicio de asistencia por parte del equipo técnico que se pondrá en contacto con el cliente en 24 horas para dar soporte.

Así mismo, sobre la reparación y mantenimiento ofrece un periodo de tiempo de aproximadamente hasta dos años, entre los cuales se incluye la reparación y mantenimiento de equipos como bomba de calor, accesorios, controladores y válvulas.



Ilustración 169. Madimack TABS. Tomado de: <https://www.madimack.com.au/>

Por último, se tuvo en cuenta la observación de campo de la empresa Thermia (Thermia) que se dedica a la fabricación y comercialización de los sistemas TABS en Suecia, en su sitio web hace referencia a la garantía del producto para todas las piezas funcionales, sin generar sobrecostos en las piezas de repuesto hasta por 5 años.

En caso de requerirse una reparación cubierta un distribuidor autorizado atenderá el requerimiento y realizará las reparaciones necesarias, utilizando únicamente piezas originales de la marca Thermia. Así mismo, ofrece un servicio de monitoreo del sistema en línea, ofreciendo datos de diagnóstico y acceso a la información sobre el rendimiento del sistema.



Ilustración 170. Sistema de monitoreo para el sistema TABS empresa Thermia. Tomado de: <https://thermiabarcelona.com/>

De acuerdo con el anterior análisis de los referentes, la garantía del producto se determina para un periodo de dos (2) años, debido a que inicialmente se considera que la mayoría de los competidores ofrecen el servicio de garantía en este mismo periodo y adicionalmente, el cliente no esperaría recibir un tiempo menor de garantía del producto debido a las condiciones del mercado.

#### **8.1.4 Mecanismos de atención a clientes.**

Para determinar si el cliente está dispuesto a comprar los sistemas de climatización termoactivos, inicialmente se toma como referencia la entrevista desarrollada al Ingeniero Juan Duarte, representante legal de la empresa Anjema Diseño y Construcción S.A.S (Duarte), con el fin de conocer el punto de vista de un representante del gremio que ha desarrollado proyectos de edificaciones de uso empresarial. Anexo 9. Entrevista Mecanismos de atención a clientes.

De acuerdo con la entrevista desarrollada en la cual se realizaron un total de 5 preguntas que fueron enfocadas a conocer la perspectiva de si el cliente potencial compraría el producto, el Ingeniero manifestó inicialmente que si estaría dispuesto a reemplazar los sistemas de climatización tradicionales como por ejemplo los sistemas de aire acondicionado por otros sistemas, en este caso los sistemas de climatización termoactivos, menciona que Colombia tiene un gran potencial para la generación de energía geotérmica y que actualmente no se está explotando como debería.

De igual manera, considera interesante que este sistema de climatización termoactivo permita la optimización de los procesos en el proyecto al aplicarse durante el proceso de cimentación y no en el de instalaciones especiales. En ese sentido, no considera que importe si este producto tiene un precio de venta superior a los sistemas de climatización tradicional, si este está generando un ahorro energético y por supuesto, la optimización de procesos en obra.

En cuanto a las edificaciones de uso empresarial, considera que sería beneficioso aplicar este sistema de climatización debido a que este tipo de proyectos hoy en día está

buscando reconocimiento por su innovación en sostenibilidad y porque además requieren de un mayor consumo energético que otro tipo de proyectos.

Para continuar con el análisis sobre si el cliente está dispuesto a adquirir el producto o no, se realizó una encuesta a empresas medianas y grandes del sector (Empresas medianas y grandes del sector de la construcción que desarrollan proyectos en las ciudades de Barranquilla y Cartagena., 2019), basado en el estudio de mercado desarrollado, en el cual se definió como segmento en las ciudades de Barranquilla y Cartagena un total de 80 empresas medianas y grandes que desarrollan proyectos de edificaciones de uso empresarial.

Tomando como referencia las 80 empresas, se desarrolló la fórmula para determinar la cantidad de encuestas necesarias a implementar, de la siguiente manera:

$$\text{Número de encuestas a realizar} = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

De la anterior fórmula cada uno representa:

Z= Valor de confianza (2)

P y Q= Probabilidad con la que se presenta el fenómeno (50)

N= Número de elementos

E= Margen de error

A continuación, se muestra la fórmula desarrollada:

$$\text{Número de encuestas a realizar} = \frac{2^2 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 110}{10^2 \cdot (110 - 1) + 2^2 \cdot 50 \cdot 50}$$

$$\text{Número de encuestas a realizar} = 52,63$$

Según la fórmula desarrollada se deben realizar 52 encuestas dirigidas a personas que hagan parte del gremio de la construcción, o que se encuentren vinculadas a las

diferentes empresas grandes y medianas, seleccionadas en el segmento del mercado. Por lo anterior, se realizará el análisis de las correspondientes encuestas desarrolladas.

¿Estaría dispuesto a reemplazar los sistemas de climatización tradicionales, como el aire acondiciona...ara la refrigeración de la edificación?

52 respuestas

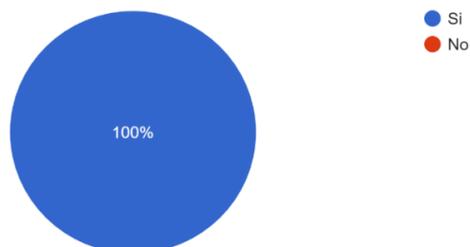


Ilustración 171. Resultados encuestas. Fuente propia.

De las 52 encuestas realizadas, el 100% de los encuestados estaría dispuesto a reemplazar los sistemas de climatización tradicionales, como lo es el caso del aire acondicionado por un sistema de climatización que genere energía geotérmica para la refrigeración de la edificación. De igual manera, cuando se consulta sobre si compraría un producto que se instale en los elementos estructurales para la generación de refrigeración o climatización al interior de la edificación, el 100% de los encuestados manifestó estar de acuerdo con esto, como se muestra en la siguiente gráfica.

¿Compraría un producto de climatización para edificaciones que se instale en los elementos estructurales de la edificación?

52 respuestas

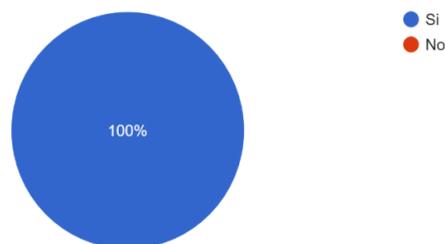


Ilustración 172. Resultados encuestas. Fuente propia.

Finalmente, se consulta si se estaría dispuesto a adquirir un sistema de este tipo, aunque este tenga un precio de venta superior a los sistemas tradicionales de climatización (aire acondicionado), con el fin de conocer la perspectiva sobre la adquisición del producto teniendo en cuenta el factor del precio, que seguramente será de descreme con respecto a otros sistemas de climatización, de lo cual se obtuvo como resultado que el 73,1% estaría dispuesto a hacerlo y el 26,9% no está interesado en adquirir un producto que sea por un precio mayor al encontrado en el mercado para la climatización de edificaciones.

¿Si los sistemas de climatización termoactivos (sistemas de climatización a través de energía geotérmica) tienen ...nado), estaría dispuesto a adquirirlo?

52 respuestas

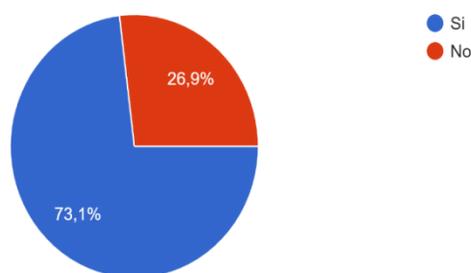


Ilustración 173. Resultados encuestas. Fuente propia.

Como última referencia, se tuvo en cuenta el Estudio técnico sobre la Evaluación del potencial de energía geotérmica desarrollada por el Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE de Madrid (Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE, 2011), en el cual se realiza un estudio sobre el panorama actual de la utilización de energía geotérmica discriminando por países su respectiva distribución de la capacidad instalada, la energía térmica utilizada y el factor de capacidad para el año 2010, como se muestra a continuación:

País	Capacidad instalada (MWt)	Utilización anual		Factor de capacidad
		TJ/año	GWh/año	
Albania	11,5	40,5	11,2	0,10
Alemania	2.485,4	12.764,5	3.546,0	0,16
Argelia	55,6	1.723,1	478,7	1,00
Argentina	307,5	3.906,7	1.085,3	0,40
Armenia	1,0	15,0	4,2	0,50
Australia	33,3	235,1	65,3	0,20
Austria	662,9	3.727,7	1.035,6	0,20
Bélgica	117,9	547,0	151,9	0,20
Bielorrusia	3,4	33,8	9,4	0,30
Bosnia & Herzegovina	21.696,0	255,36	70,9	0,30
Brasil	360,1	6.622,4	1.839,7	0,60
Bulgaria	98,3	1.370,1	380,6	0,40
Canadá	1.126,0	8.873,0	2.464,9	0,25
Chile	9,1	131,8	36,6	0,46
China	8.898,0	75.348,3	20.931,8	0,27
Colombia	14,4	287,0	79,7	0,63
Corea del Sur	229,3	1.954,7	543,0	0,27
Costa Rica	1,0	21,0	5,8	0,67

Ilustración 174. Potencial energía geotérmica. Tomado de: Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE, 2011

Como se observa, Colombia posee una capacidad instalada de 14,4 MWt, una utilización anual de 79,7 GWh y un factor de capacidad de 0,63, que si se compara en países como China o Brasil, Colombia se encuentra con cifras muy bajas respecto a la aplicación de la geotermia.

A partir de lo anterior, se puede determinar que el cliente si estaría dispuesto a adquirir el producto principalmente por la innovación que representa en los sistemas de climatización que actualmente se han implementado en edificaciones de este tipo, por sus

contribuciones a la reducción del consumo energético, y por la optimización que representa en los procesos de obra del proyecto, así mismo se considera que Colombia tiene un gran potencial para generar energía geotérmica que se aplique para la refrigeración de la edificación.

Para determinar la oportunidad y experiencia que el cliente desea del producto, se realiza un análisis del sitio web de la empresa Rehau (Rehau, 2019), empresa que comercializa sistemas de climatización para edificaciones, entre ellos los sistemas de climatización termoactivos, define respecto a las condiciones de entrega de los productos que debe existir una oferta y una firma de contrato para la realización del pedido, respecto a los tiempos de respuesta se acordarán con el cliente y en caso de fuerza mayor se prolongarán los tiempos de entrega del producto.

En esta página se puede identificar que la empresa tiene unas políticas establecidas sobre las condiciones y tiempos de entrega de los productos, de manera que la oportunidad y experiencia que se ofrece al cliente garantiza tiempos de respuesta óptimos y de entrega de productos esperados, permitiendo que la experiencia del cliente sea la mejor.

Por otro lado, se realizó la observación de campo del sitio web de la empresa Solimec (Solimec, 2019) en la cual se observa que los tiempos de respuesta para los requerimientos de pedidos de productos se encuentra entre los 5 a 8 días hábiles, ofreciendo adicionalmente servicios de chat en línea para asesorar a los clientes respecto a los diferentes productos que ofrecen. De igual manera, en el sitio web se puede identificar que la experiencia que la empresa ofrece al cliente es bastante positiva debido a la información disponible en su sitio web, así como los servicios de asesoría que ofrece y tiempos de respuesta estipulados.

De acuerdo con este análisis, se puede determinar para la oportunidad y experiencia del cliente que se ofrecerá con el producto es principalmente establecer en las políticas de recepción y entrega de productos un plazo de 5 días hábiles para tomar y confirmar el pedido, posteriormente se realizará el seguimiento y asesoría correspondiente para crear el diseño del producto, haciendo un acompañamiento en el proyecto con el fin de determinar el tipo de sistema de climatización termoactivo más adecuado. Así mismo, respecto a la

experiencia que se le brindará al cliente consiste en establecer un programa de fidelización para el cliente, en el cual se ofrecerán servicios de asesoría y mantenimiento preventivo a los clientes en los siguientes seis meses a la instalación del sistema.

## **8.2 Estrategia de precio**

### **8.2.1 Definición y lista de precios de venta**

Según la investigación sobre comparación económica de los sistemas TABS, paneles de techo y sistemas aéreos para la refrigeración de las oficinas (Bergia, y otros, 2019), en el cual se realiza una comparación de estos tres sistemas de refrigeración aplicando el estudio a una oficina de planta abierta, analizando el costo global de los sistemas y el periodo de recuperación.

De este análisis, se identificó que el sistema TABS es el más económico con costos globales más bajos que un sistema todo aire, además reveló que la demanda de energía que requiere para enfriar la edificación puede reducir en un 26%, el panel radiante en un 20% y el sistema de piso en un 6%.

Esta investigación, menciona que la empresa Uponor lleva a cabo un estudio en el que se compara un análisis del costo del ciclo de vida de un edificio de oficinas con sistema TABS con un sistema tradicional de aire acondicionado, demostrando que se genera un ahorro del 31% en el costo global de 15 años con respecto a las unidades tradicionales de aire acondicionado.

Este costo global total se calculó acumulando los costos globales de inversión inicial, reemplazo, operación, servicios (costos de funcionamiento) y energía y restando el costo global del valor final. Para los casos expuestos, se obtuvo el siguiente resultado:

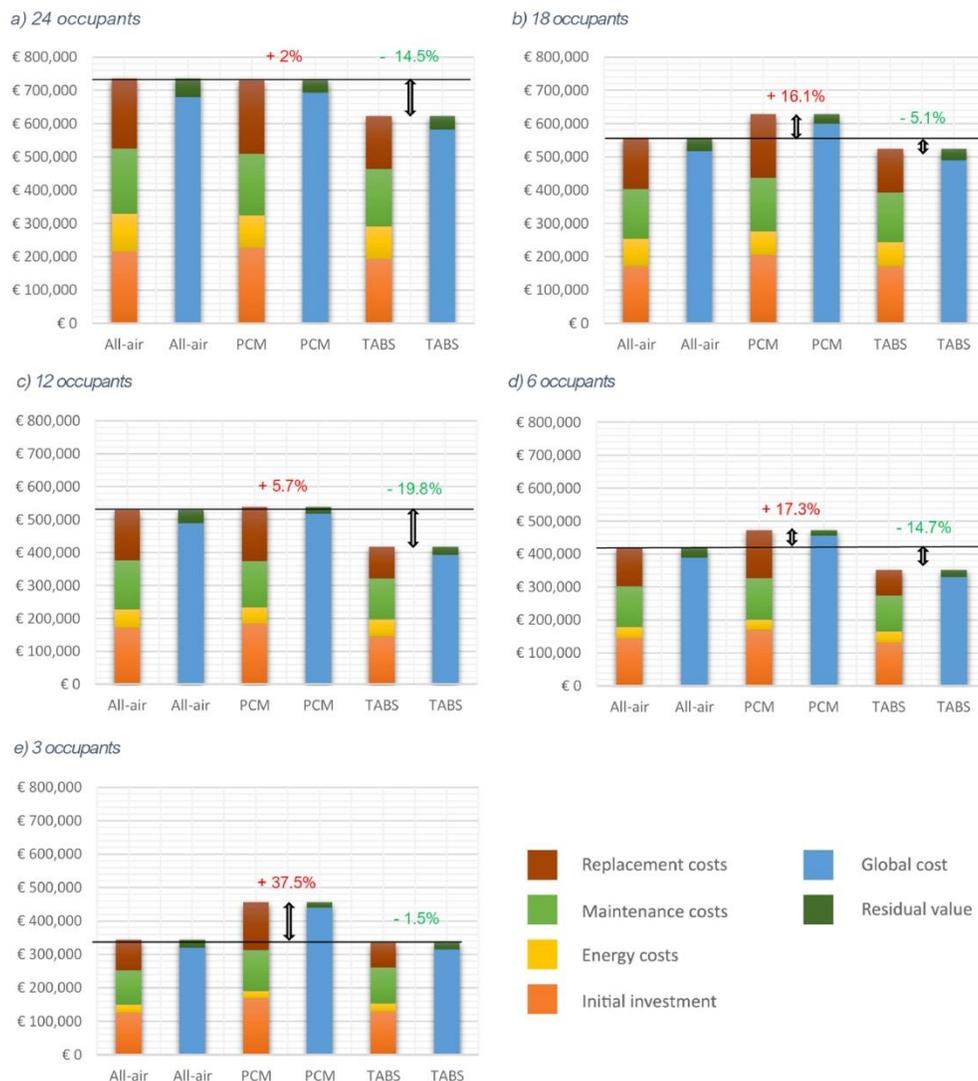


Ilustración 175. Componentes del costo global durante 30 años para los tres escenarios en los casos de (a) 24, (b) 18, (c) 12, (d) 6 y (e) 3 ocupantes. En las columnas de la derecha, se muestra el peso del valor residual en el costo global. Tomado de: Bergia, y otros, 2019.

Como se puede observar, el sistema TABS es uno de los sistemas que menor costo global tiene, siendo un 14,5% más económico que el sistema todo aire. En este caso, se observa que, para un total de 24 ocupantes, se requiere un costo global de aproximadamente € 620.000.

A continuación, se muestra el cálculo de los costos iniciales para el caso de 24 ocupantes:

Item	Units	All-air			TABS			PCM		
		Qty.	Rate (€)	Initial cost (€)	Qty.	Rate (€)	Initial cost (€)	Qty.	Rate (€)	Initial cost (€)
Gypsum Ceiling panels	m <sup>2</sup>	765	€ 75	€ 57.748	765	€ 75	€ 57.748	382,5	€ 75	€ 28.874
Fans	no.	10	€ 687	€ 6.875	6	€ 641	€ 3.848	6	€ 641	€ 3.848
Heat pumps	no.	5	€ 4.761	€ 23.807	8	€ 4.761	€ 38.092	5	€ 4.761	€ 23.807
Heat recovery unit	no.	5	€ 23.774	€ 118.867	3	€ 21.575	€ 64.726	3	€ 21.575	€ 64.726
Pipes	m	0	€ 21	€ 0	100	€ 21	€ 2.139	100	€ 21	€ 2.139
Pumps	no.	5	€ 353	€ 1.765	23	€ 353	€ 8.118	20	€ 353	€ 7.059
PCM Ceiling panels	m <sup>2</sup>	0	€ 241	€ 0	0	€ 241	€ 0	382,5	€ 241	€ 92.326
Cooling coils	no.	5	€ 1.291	€ 6.457	3	€ 1.291	€ 3.874	3	€ 1.291	€ 3.874
Slabs	m <sup>2</sup>	0	€ 0	€ 0	765	€ 19,47	€ 14.895	0	€ 0	€ 0
TOTAL				€ 215.519			€ 193.440			€ 226.654

Ilustración 176. Costos iniciales comparativo. Tomado de: Bergia, y otros, 2019.

Se observa que el sistema TABS representa la opción más económica en los costos iniciales de inversión.

Ahora se realiza el análisis de otra referencia sobre una investigación de este sistema de climatización para edificaciones aplicado a Colombia, desarrollada sobre “Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones” (Castiblanco, 2017), en el cual se realiza una investigación de los costos para la instalación del sistema en un proyecto de vivienda residencial de 3 plantas con un área de 159.625m<sup>2</sup>, como se muestra a continuación:

PRESUPUESTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES EN UN PROYECTO GEOTÉRMICO						
Elemento	Descripción		Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Total
<b>Sonda Geotérmica</b>	Tubería polietileno PE32 de diámetro nominal 1 1/4"		m	300	\$ 118.557	\$ 35.567.120
<b>Bomba geotérmica</b>	Bomba Ageo+ 80HT de CIAT Bomba tipo Agua-Agua con grupo hidráulico en los circuitos de captación y de interior		Un.	1	\$ 5.357.152	\$ 5.357.152
<b>Accesorios</b>	Distribuidor de HDPE, distribuidor de entrada y salida para sondas geotérmicas con tuberías de 32mm		Un.	2	\$ 489.557	\$ 979.114
	Válvula Reguladora		Un.	10	\$ 5.557	\$ 55.570
	Arqueta de distribución, para la conexión de las sondas de geotérmica, compuesta de arqueta DN 800 - DN1000, con tapa, 4 conexiones		Un.	2	\$ 127.300	\$ 254.600
	Tubería de HDPE		m	100	\$ 7.557	\$ 755.700
	Material de relleno *Thermoseal: Bentonita con grafito para el sellado del espacio anular de las sondas, conductividad térmica de 2.5W/mK (Aprox.)		Lb	4	\$ 42.887	\$ 171.548
	Material de sellado: Calidutherm: Masilla sellante de alta conductividad		Lb	4	\$ 32.887	\$ 131.548
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 43.272.332</b>

Ilustración 177. Presupuesto de sistemas de climatización geotérmico. Tomado de: Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones. Castiblanco, 2017.

Según esto, el costo total de los elementos principales del sistema es de \$43.272.332 para un proyecto que requiere 300ml de sondas geotérmicas y una bomba de calor, es decir que, según esto el promedio del costo por metro lineal es de \$144.000 pesos.

Finalmente, se realizó una encuesta a empresas medianas y grandes del sector (Empresas medianas y grandes del sector de la construcción que desarrollan proyectos en

las ciudades de Barranquilla y Cartagena., 2019), basado en el estudio de mercado desarrollado, en el cual se definió como segmento en las ciudades de Barranquilla y Cartagena un total de 80 empresas medianas y grandes que desarrollan proyectos de edificaciones de uso empresarial, para determinar el precio de venta del producto. Anexo 10. Encuesta precio de venta.

Tomando como referencia las 80 empresas, se desarrolló la fórmula expresada en el anterior análisis para determinar si el cliente estaría dispuesto a adquirir el producto, obteniendo un total de 52 encuestas a realizar, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Respecto a la pregunta si estaría dispuesto a pagar un precio de venta más alto por este producto, comparado con los sistemas tradicionales de climatización, tomando como referente el sistema de aire acondicionado, se obtuvo que un 73,1% si estaría dispuesto a pagar un precio más alto y un 26,9% no estaría dispuesto, por lo que es una cifra bastante positiva para establecer el precio de venta del producto.

Ahora bien, respecto al rango de precio de venta por metro lineal del que se estaría dispuesto a pagar por el producto, se tomó como referencia la aplicación del sistema TABS a una vivienda de 160m<sup>2</sup> en la cual se requiere un promedio de 300ml de sondas geotérmicas, proponiendo 4 rangos de menos de \$100.000, entre \$100.000 a \$200.000, entre \$200.000 a \$300.000 y de \$300.000 en adelante, de lo que se obtuvo un mayor porcentaje entre los encuestados con un 44,2% para el rango de \$100.000 a \$200.000 por cada metro lineal, seguido de un 26,9% para el rango de \$200.000 a \$300.000, luego con un 17,3% el rango de menos de \$100.000 y finalmente con un 11,5% el rango de \$300.000 en adelante.

¿Cuál es el rango de precio que estaría dispuesto a pagar por adquirir un sistema de climatización termoactivo... 160m<sup>2</sup> se requieren 300m de sondas?

52 respuestas

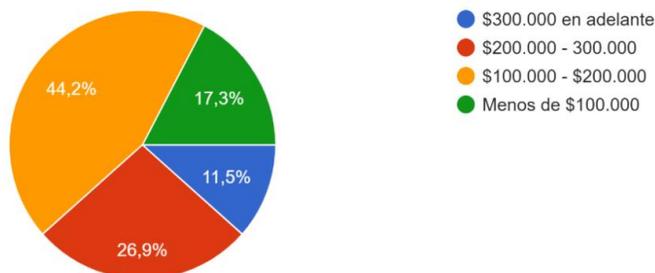


Ilustración 178. Rango de precios. Fuente propia

Por lo que se observa, que la gran mayoría estaría dispuesta a pagar entre \$100.000 y \$200.000 por cada metro lineal de sonda térmica que requiere el sistema, siendo un precio de descreme respecto al del sistema de aire acondicionado, que para cubrir la capacidad de refrigeración que una vivienda de 160m<sup>2</sup> requiere sería como mínimo de aproximadamente dos dispositivos de aire acondicionado cada uno con un valor de \$900.000 en promedio.

De acuerdo con las anteriores referencias analizadas, el precio de venta del producto se define con un total de \$215.713 por cada metro lineal, ya que si bien el referente en Colombia analizado arroja un presupuesto de \$140.000 pesos por solo los elementos principales, es necesario tener en cuenta la mano de obra, precios de instalación y demás elementos necesarios que se han analizado. Así como, el precio final de cada sistema de climatización termoactivo que se vaya a implementar, dependerá del diseño del proyecto y sus elementos estructurales.

### **8.2.2 Impuesto de ventas y descuentos.**

El impuesto aplicado a la venta de producto GEOTABS es el regulado por el Gobierno Nacional con un porcentaje del 19% al valor del producto, este impuesto se aplicará en todas las ventas sin excepción alguna.

Los descuentos que se realicen en las ventas del producto por entrada al mercado o fidelización del cliente no influyen de ninguna manera al Impuesto de venta (IVA), este se cobrará al subtotal antes de descuento.

### **8.2.3 Condiciones de pago y condiciones de crédito.**

Para determinar la forma de pago, también se tomó como referencia la encuesta realizada a empresas medianas y grandes del sector de la construcción que desarrollan proyectos en las ciudades de Barranquilla y Cartagena (Empresas medianas y grandes del sector de la construcción que desarrollan proyectos en las ciudades de Barranquilla y Cartagena., 2019), en donde además de consultarse el precio que estaría dispuesto a pagar el cliente por el producto también se consulta sobre la forma de pago que mejor considera para este tipo de producto.

De esta información analizada, se obtuvo como conclusión que el 34,6% prefiere como forma de pago el 30% del costo total de manera anticipada, un 30% durante la instalación del 60% del sistema, y finalmente un 40% al finalizar la instalación del sistema en la edificación, y al realizar la respectiva entrega. Sin embargo, también se obtuvo que un 32,7% prefiere como forma de pago pagar de manera anticipada un 50% y al finalizar la instalación el 50% restante, de igual manera se obtuvo un 19,2% como forma de pago un anticipo del 30% y al finalizar la instalación el pago del 70% del valor total, y por último un 13,5% para pagar la totalidad al finalizar el proyecto.

### Sobre la forma de pago del producto, ¿Cuál preferiría?

52 respuestas

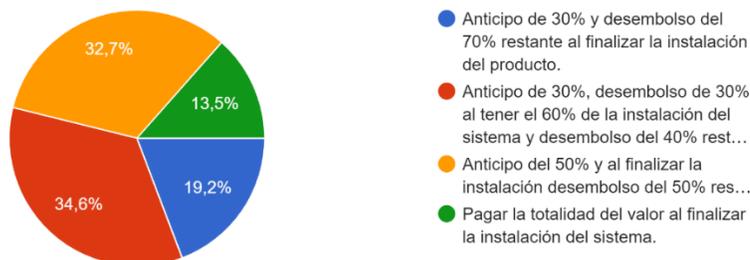


Ilustración 179. Forma de pago del producto. Fuente propia

Según esta encuesta, la mayoría prefiere como forma de pago el 30% del costo total de manera anticipada, un 30% durante la instalación del 60% del sistema, y finalmente un 40% al finalizar la instalación del sistema en la edificación, lo que permite identificar que el empresario prefiere distribuir los costos del producto de manera paulatina, permitiendo un flujo de caja durante la instalación y ejecución del proyecto.

Otro referente analizado es la “Guía para los Procesos de Contratación de obra pública” (Colombia Compra Eficiente, 2014), en la cual se define que para los contratos de obra pública se pueden desarrollar bajo las modalidades de precio global, que es cuando el contratista asume un valor fijo por la totalidad del desarrollo del contrato, también está la modalidad Llave en mano, cuando el contratista se compromete a desarrollar todas las labores de diseños, estudios, factibilidad, construcción y entre otros, el valor de esta modalidad corresponde a un valor previamente establecido.

También se encuentra la modalidad de precios unitarios, en el que se establece el costo por unidad de cada concepto a ejecutar, también se encuentra la administración delegada que tiene a cargo la dirección de la obra a ejecutar y finalmente el reembolso de gastos, en la cual el contratista asume los gastos de ejecución y reembolsa de manera periódica estos mismos.

Por último, se tuvo en cuenta el artículo sobre la función de la forma y el medio de pago en los contratos (Pymes y Autónomos, 2016) que hace referencia a la importancia que tiene especificar en un contrato la forma de pago, si se realizará de manera anticipada, al contado, o posterior a la entrega del producto, en este último caso, es importante definir el plazo máximo para hacer el desembolso después de haber entregado el producto, así como determinar las fechas en las que se realizarán los pagos.

De acuerdo con las anteriores referencias, es importante establecer la forma de pago del producto, con el fin de garantizar una adecuada planificación de los procesos y disponibilidad presupuestal en el proyecto. En ese sentido, principalmente se define como medio de pago el 30% del costo total de manera anticipada, un 30% durante la instalación del 60% del sistema, y finalmente un 40% al finalizar la instalación del sistema en la edificación, aunque por supuesto también será viable considerar las condiciones del cliente siempre y cuando esto quede pactado en la orden de compra o contrato respectivo.

#### **8.2.4 Seguros necesarios, impuesto a las ventas.**

Los seguros necesarios para la ejecución y venta de producto serán la póliza de cumplimiento, está teniendo en cuenta que el producto requiere de una instalación por parte de la empresa y que se firmara un contrato con tiempos establecidos que se deben cumplir a cabalidad. Además, se contará con una póliza de garantía y responsabilidad civil esta última para garantizar la seguridad a la empresa y a terceros.

#### **8.2.5 Costos de transporte.**

Los costos de transporte serán asumidos por la empresa, dado que estos ya tienen participación en el costo de venta de producto, algunos de estos no serán tenidos en cuenta ya que el proveedor llevara algunos de los elementos del sistema directamente a obra.

### 8.3 Estrategia de promoción y comunicación.

#### 8.3.1 Tácticas de mercadeo

Para definir los medios de comunicación del producto, se toma como referencia la observación de campo del sitio web de Expoacaire (Expoacaire, 2019), en donde se encuentra información sobre el evento que se desarrolla para el gremio de refrigeración y climatización de edificaciones “Expoacaire”, evento en el cual se exponen las actividades que se llevarán a cabo en el mismo y sus participantes, en este se puede evidenciar que los participantes generalmente son empresas medianas y grandes que ofrecen diferentes productos para la refrigeración y climatización de las edificaciones, presentando experiencias a los clientes más cercanas al producto ofrecido.

Este se considera como un adecuado medio de comunicación debido a que permite presentar productos innovadores al gremio y tener un mejor acercamiento en el mercado, en donde el cliente potencial se familiarice con el producto y su aplicación, así como tenga la oportunidad de mejorar la experiencia sobre el producto.



Ilustración 180. Expositores Expoacaire. Tomado de: <https://acaire.org/expoacaire/>

En ese mismo sentido, se realizó la observación de campo del sitio web de Acaire (Asociación Colombiana de Acondicionamiento de Aire, 2019), en la cual se encuentra toda la información relacionada al gremio de acondicionamiento de aire en Colombia,

como los servicios, normatividad, publicaciones y novedades sobre los diferentes productos, así como se encuentra disponible una sección de clasificados en la que diferentes empresas del sector promocionan sus productos y servicios como se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 181. Sitio web Acaire. Clasificados. Tomado de: <https://acaire.org/expoacaire/>

Según esta observación, la página web de Acaire sería un adecuado medio de comunicación debido al sector que se desea llegar y porque adicionalmente se encuentra la información segmentada respecto a los sistemas de aire acondicionado y su aplicación en las edificaciones, así como la importancia que este portal web y por supuesto la Asociación en el gremio de la construcción.

Finalmente, se toma como referencia el informe sobre “La Comunicación con el Mercado” (Perez & Perez Martinez de Ubago, 2006) en el cual se expone la importancia de definir los diferentes criterios del marketing en un producto, que se basan en la creación de necesidades, y por consiguiente está relacionado con la determinación de los correctos medios de comunicación.

Propone que los medios de comunicación como lo son vallas publicitarias, radio, televisión, carteles publicitarios, páginas web y demás medios deben definirse acorde a las necesidades del cliente potencial y al sector en el que este se contextualiza, obteniendo mejores resultados y una mayor recepción por parte de los clientes potenciales.

En ese sentido, los medios de comunicación que se definen para el producto son principalmente internet a través de publicaciones en sitios web como Acaires y Construdata, publicaciones en revistas del sector construcción y aire acondicionado, y por supuesto asistencia a diferentes eventos como Expoaire y demás en los cuales se pueda presentar el producto al mercado.

### **8.3.2 Costos de publicidad**

Para definir el presupuesto de los medios de promoción y publicidad se toma como referencia el artículo de la Revista Dinero (Revista Dinero, 2018) sobre “La inversión en medios digitales en Colombia fue de \$600.330 millones durante el 2017”, en la cual se dice que la inversión en Colombia en medios digitales para el año 2017 fue de \$600.330 millones ocupando el segundo lugar después de la televisión y superando a la radio, respecto a esos medios digitales la mayor inversión se realiza a videos y redes sociales.

Lo anterior, indica que actualmente en el mercado los medios digitales son los que tienen mayor demanda del mercado y mejor percepción por parte del consumidor. Según esto, es necesario también tener en cuenta el presupuesto que se requiere para el lanzamiento de un nuevo producto, como lo expresa Galve Espinosa en su investigación (Valencia, 2014), los cuales deben tener en cuenta aspectos como materia prima, nómina, otros costos de producción, transporte, impuestos y margen de fábrica, realizando un análisis de la empresa Reebok se presenta el siguiente desglose de los costos que se tienen en cuenta para el lanzamiento de unas nuevas zapatillas.

En este análisis, se considera un 8,50% del precio de venta del producto destinado para publicidad del producto, y un 11% para investigación y desarrollo de este, los cuales no son considerados como costos directos del producto.

<b>ANÁLISIS DE COSTES BASADO EN EL MÉTODO DE MARGEN EN EL PRECIO</b>				
		EUROS	RMB	DÓLARES
<b>PRECIO DE VENTA (PVP)</b>	<b>100,00%</b>	€ 90,00	¥ 738,00	\$ 120,00
<b>IMPUESTOS</b>	<b>17,40%</b>	€ 15,66	¥ 128,41	\$ 20,88
<b>PRECIO DE VENTA sin Impuestos</b>	<b>82,60%</b>	€ 74,34	¥ 609,59	\$ 99,12
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>17,00%</b>	€ 15,30	¥ 125,46	\$ 20,40
Materias Primas	8,00%	€ 7,20	¥ 59,04	\$ 9,60
Salarios Trabajadores	0,40%	€ 0,36	¥ 2,95	\$ 0,48
Otros Costos de Producción	1,60%	€ 1,44	¥ 11,81	\$ 1,92
Transporte	5,00%	€ 4,50	¥ 36,90	\$ 6,00
Beneficio de Producción	2,00%	€ 1,80	¥ 14,76	\$ 2,40
<b>MARGEN TOTAL DE LA EMPRESA</b>	<b>65,60%</b>	€ 59,04	¥ 484,13	\$ 78,72
Investigación y Desarrollo	11,00%	€ 9,90	¥ 81,18	\$ 13,20
Publicidad	8,50%	€ 7,65	¥ 62,73	\$ 10,20
Margen de beneficio de la marca	13,50%	€ 12,15	¥ 99,63	\$ 16,20
Ganancia de venta al por menor	32,60%	€ 29,34	¥ 240,59	\$ 39,12

Ilustración 182. Análisis de costos del producto. Tomado de: (Valencia, 2014)

Finalmente, se toma como referencia el artículo de la empresa A&S Building Systems (A&S Building Systems, 2018), en el cual se menciona que según estudios realizados entre el 2,5% y 3,00% de las ventas anuales debe ser asignado a publicidad, es decir que si se tienen unas ventas brutas anuales de \$100.000 se debe considerar invertir entre \$2.500 y \$3.500 en publicidad para el año.

Teniendo en cuenta los anteriores análisis, el presupuesto de promoción del producto que se establece es de \$3.554 por cada metro lineal. Este costo se refiere a lo que será requerido para el lanzamiento del producto en diferentes ferias y eventos mencionados, publicación en sitio web de Acaire y Construdata, y costos de mantenimiento de pautas publicitarias en estos mismos medios, así como el costo en otros aspectos relacionados.

### **8.3.3 Fuerza de ventas.**

En la fuerza de ventas está incluido todo el plan de Marketing como vallas publicitarias, Brochure de productos, participación en ferias y eventos promocionales, pagina Web, pautas en medios impresos, además contaremos con una sala de ventas o exhibición del producto donde asesores comerciales impulsarán y venderán el producto al cliente.

## **8.4 Estrategia de distribución.**

### **8.4.1 Capacidad de cobertura o de atención de pedidos.**

La capacidad de cobertura de COLTABS S.A.S., se comprende para las ciudades de Barranquilla y Cartagena, inicialmente en la ciudad de Barranquilla la atención será directa ya que las instalaciones y Bodega donde se almacenan los elementos del sistema está situada allí, para la ciudad de Cartagena se tercerizara el transporte de los elementos para la entrega al cliente, además la atención de pedidos se recibirá y dará respuesta en un tiempo máximo de 48 horas, si se llega a un acuerdo entre las partes se procederá al diseño del sistema y los tiempos siguientes dependerán de los requerimientos del cliente y tamaño del proyecto.

### **8.4.2 Alternativas de penetración en el mercado, canales de distribución.**

Para determinar el canal de distribución se considera como primera referencia el sitio web de la empresa Uponor (Uponor, 2019), empresa dedicada a la comercialización de sistemas de climatización en Finlandia, entre sus productos se encuentran los sistemas de climatización termoactivos presentado como producto innovador que representa la eficiencia energética.

Actualmente distribuye sus productos en más de 100 países y con sedes en 30 países con un total de 4.000 empleados, tiene sus sedes principales en Finlandia y Croacia, y en los demás países tiene distribuidores mayoristas que se encargan de distribuir los productos en los diferentes productos. Es decir, que según esto el canal de distribución es directo para

sus sedes principales y es indirecto para los países en los que tiene contratado a un tercero para su distribución.

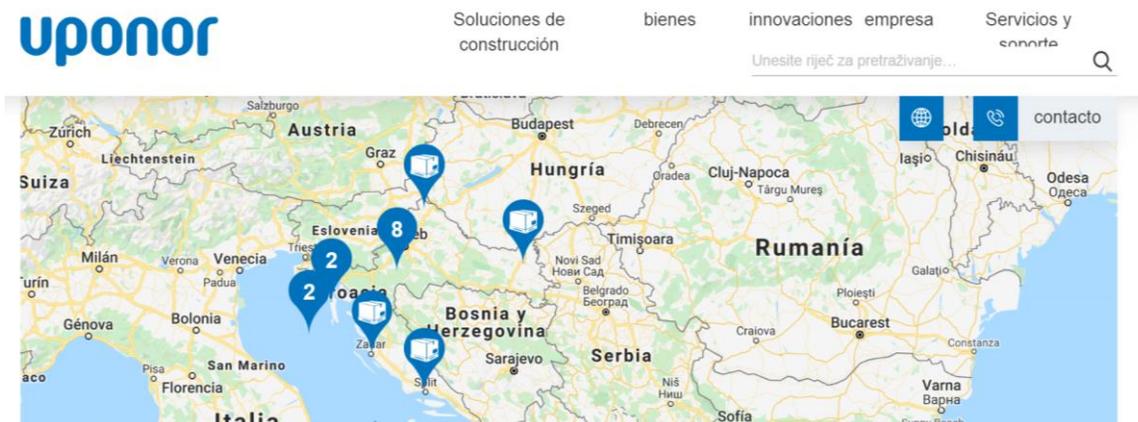


Ilustración 183. Mapa de sedes y distribuidores UPONOR. Tomado de: [www.uponor.es](http://www.uponor.es)

Según el artículo sobre “nuevo canal de distribución para insumos de la construcción” (López, 2017) , la industria de la construcción demanda una gran precisión para la comercialización de sus productos, en los cuales se requiere ofrecer garantía en los costos y cantidades de los materiales, de manera que sea posible disminuir los desperdicios en obra y optimizar los tiempos de entrega del producto.

Para ello, se plantea la implementación de la metodología BIM para distribuir los productos, en el cual se recibirá el pedido del cliente, con las cantidades reales del proyecto, y posteriormente arrojará datos sobre planeación de cronogramas de fabricación y tiempos de despacho. En conclusión, actualmente no sólo se cuentan con los canales de distribución tradicionales, sino que también se cuenta con otros canales que permiten ser más accesibles para los clientes.

También se tomó como referencia el sitio web de la empresa Geotabs (Geotabs, 2019), cuyos canales de distribución de los productos de sistemas de climatización termoactivos TABS son principalmente directos, debido a sus sedes ubicadas en Madrid y Barcelona, España, en las cuales toman los pedidos de los clientes ya sea en su punto de

venta o por los diferentes medios de publicidad, y se distribuyen de manera centralizada al resto del país.

A partir de lo anterior, el canal de distribución del producto propuesto será principalmente directo para la ciudad de Cartagena que es la que mayor clientes potenciales fueron identificados, para la ciudad de Barranquilla será indirecto a través de un punto de venta bajo responsabilidad de un tercero, que se encargará de distribuir los productos que se comercializan desde este punto o bien desde el punto de venta principal de la ciudad de Cartagena, así como se tendrán en cuenta los diferentes medios de promoción para tomar los pedidos de los clientes.

#### **8.4.3 Alternativas de comercialización, cobertura logística.**

Con el fin de determinar la logística necesaria para la distribución del producto, previamente definida se tomó en cuenta la observación de campo del sitio web de la empresa Geotabs (Geotabs, 2019), si bien tiene como canal de distribución mecanismos principalmente directos reconoce la importancia de su equipo de trabajo que hace posible la distribución de sus productos, a través de asociaciones profesionales con empresas del sector que le permiten aunar esfuerzos para los procesos de distribución, especialmente respecto a los recursos tecnológicos.

Es decir, que esta empresa tiene sus propios puntos de venta en las ciudades de Madrid y Barcelona, España, con su propio personal y planeación para los tiempos de entrega del producto, pero con un apoyo externo respecto al soporte tecnológico que requieren para tomar los pedidos de los clientes.

Según el informe sobre “Análisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta en 3D” (Rodrigo A. Gómez M., 2011), el transporte y la distribución de los materiales de construcción son procesos logísticos que hacen parte de la cadena de suministros de los materiales, que deben tener en cuenta aspectos de sitio de almacenamiento, distribución según la ubicación geográfica de los

clientes y la transferencia de los productos según la disponibilidad en el sector, considerando los tiempos de entrega y costos para satisfacer las necesidades de los clientes.

Objetivo		Transportar y distribuir los materiales de construcción a los clientes en las condiciones pactadas buscando garantizar su satisfacción y desarrollar una operación a costos adecuados				Responsable de la Operación:		Jefe de transporte y distribución	
Alcance			Desde que se carga el material en las volquetas hasta que se realiza la entrega a los clientes						
N°	Proveedor (Proceso)	Entrada Información (I) o Producto (P)	Actividades	Diagrama de procesos				Salida (Información o Producto)	Cliente (Proceso)
				Operación Transporte	Espera	Inspección	Almacenamiento		
1	Cantera o Patio de Almacenamiento	Pedidos de los clientes	Diseñar plan de entregas y rutas de distribución para atender los pedidos de los clientes.	X				Plan de rutas y distribución	Despacho
		Pedidos de los clientes y materiales de construcción a transportar	Pasar y verificar que los materiales de construcción a despachar a los clientes cumplen con las condiciones pactadas con el cliente.	X		X		Materiales de construcción e información de los pedidos	Transporte y clientes
			Realizar el cargue de las volquetas con el material de construcción a despachar.	X					
			Movilizar o transportar el material de construcción a la ubicación geográfica donde se ubican los clientes.		X				
Recursos utilizados				Indicadores					
1 Cargadores o retroexcavadoras con capacidad de cuchara de 1m3				Cantidad de material de construcción despachado					
Báscula de pesaje				Costos de transporte y distribución					
Medios de transporte: 10 Volquetas de 7 m3 y 10 Toneladas de capacidad				% Utilización de volquetas					
1 Operario de la retroexcavadora, 1 auxiliar de despacho y personal de transporte				Tiempos promedios de entrega					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 184. Caracterización de transporte y distribución de materiales de construcción. Tomado de: Análisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta en 3D. Rodrigo A. Gómez M., 2011

A través de la simulación discreta en 3D será posible representar los procesos y recursos logísticos, que requieren la distribución de los materiales en obra, para apoyar decisiones de ruta respecto a las condiciones de incertidumbre, y por supuesto teniendo en cuenta diferentes variables que se puedan presentar, como la cantidad de pedidos, tiempo de transporte, capacidad, recursos requeridos y entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, la logística de la distribución se relaciona con la definición del canal de distribución directo en la ciudad de Cartagena e indirecto para la ciudad de Barranquilla. Para el caso de Cartagena se contará con personal directo contratado para atender el punto de venta, y realizar la planeación, distribución y seguimiento de los pedidos realizados tanto en Cartagena como en la ciudad de Barranquilla. Se contará con una administración de los procesos logísticos centralizado en Cartagena que coordinará con las sedes de los terceros en las otras ciudades, y realizará el seguimiento correspondiente. Adicionalmente, se tomará como apoyo tecnológico la metodología BIM para definir los procesos logísticos que se requieren en todo el proceso de planeación del proyecto (cantidades, programación y recursos necesarios).

## **8.5 Plan de compras.**

### **8.5.1 Identificación de proveedores**

La elección del proveedor que suministrará a COLTABS S.A.S., deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Cumplimiento con la documentación y requisitos legales de la empresa.
- Experiencia certificada en producción de los elementos requeridos para el sistema.
- Permisos legales vigentes para la producción de elementos del sistema de climatización.
- Capacidad financiera y respaldo económico sobre los productos que serán abastecidos.
- Certificaciones de calidad.
- Contar con personal calificado y espacios aptos para las condiciones de trabajo, así como su maquinaria debe cumplir con programa de mantenimiento.
- Precios que se encuentren dentro del presupuesto realizado y que permitan generar ganancias respecto al producto que se ofrecerá.

### **8.5.2 Planeación de compras**

La compra de los elementos del sistema de climatización se realizará dependiendo la demanda del producto, contando con un inventario inicial del 3% unidades estimadas en ventas en el primer años, es decir 353 unidades las cuales serán almacenadas en la bodega de la empresa, esto teniendo en cuenta un posible desabastecimiento de los elementos que conforman el sistema llevando a retrasos de los procesos e incumpliendo los contratos con los clientes.

Los pedidos con los proveedores se realizarán después de haber calculado debidamente las unidades requeridas, esta solicitud se realizará de manera escrita con una descripción completa y detallada de los elementos y unidades, el proveedor debe cumplir con los tiempos ya estipulados en los contratos, dejando un tiempo de holgura de 3 días hábiles por si se presenta un inconveniente o retraso con los pedidos.

## Capítulo 9

### Plan financiero

#### 9.1 Inversiones

##### 9.1.1 Condiciones económicas

Las condiciones económicas están determinadas a partir de los factores que definen al proyecto, principalmente por las unidades de venta estimadas de 11.760ml de sondas geotérmicas para el primer año, así como también se tiene en cuenta el precio de venta, los costos variables, los gastos fijos anuales la reserva legal, tasa impositiva y el incremento anual de las ventas definidas con un 5%. Anexo 11. Plan económico y financiero COLTABS.

Proyección Financiera	
Condiciones Iniciales Del Proyecto	
Duración Proyecto (Años)	5
Ventas Primer Año (Unidades)	11.760
Incremento Anual En Las Ventas (%)	5%
Precio De Venta (Unidad) (\$)	\$ 215.713
Costo Variable (Unitario) (\$)	-\$ 124.589
Gastos Fijos Anuales (\$)	-\$ 359.761.020
Reserva Legal (%)	1%
Tasa Impositiva Tx (%)	30%

Tabla 32 Proyección financiera. Fuente propia

##### 9.1.2 Inversión inicial o necesidades de capital.

La inversión inicial del proyecto se estimó a partir de las unidades a producir en el primer año, los costos fijos, costos preoperativos, costos de plan de marketing, costos de activos fijos y análisis de presupuesto unitario del producto. Esta inversión inicial será la requerida para la ejecución de las actividades de la empresa de los siguientes seis meses al inicio de sus operaciones; se determinó un aporte de los socios del 25% del valor total de la inversión, con una representatividad del 50% por cada uno de los socios, y un 75% de financiación por parte de las diferentes fuentes que más adelante se describirán.

Las estimaciones de inversión inicial son de un total de \$ 1.268.390.087, con un aporte de los socios de \$ 317.097.522 y una financiación de \$ 951.300.000, distribuidos de la siguiente manera:

ABONO	PORCENTAJE	VALOR
Socios	25%	\$ 317.097.522
Fondo emprender + Fondo Multilateral de Inversiones	39%	\$ 500.000.000
Financiación Bancóldex	36%	\$451.300.000
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 1.268.390.087</b>

Tabla 33. Distribución inversión inicial. Fuente propia

1. Aporte de los Socios:	VALOR
1.1. Angélica Téllez	\$ 158.548.761
1.2. Karen Ospina	\$ 158.548.761
<b>Total</b>	<b>\$ 317.097.522</b>

Tabla 34. Aportes de los socios. Fuente propia

### 9.1.3 Costos administrativos.

Respecto a los costos administrativos, se definieron los costos necesarios para el desarrollo de las labores administrativas y los costos que se consideran fijos para la operación de COLTABS S.A.S., como lo son costos del arriendo de la bodega, servicios públicos, costos preoperativos y demás gastos administrativos.

ARRIENDO			
DESCRIPCIÓN	AREA	VALOR PROMEDIO	VALOR TOTAL anual
Arriendo Bodega-Oficina	500 m <sup>2</sup>	\$ 3.000.000,00	\$ 36.000.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 36.000.000,00</b>

SERVICIOS PÚBLICOS		
DESCRIPCIÓN	VALOR PROMEDIO	VALOR TOTAL anual
Agua	\$ 100.000	\$ 1.200.000
Energía eléctrica	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Voz y Datos	\$ 200.000	\$ 2.400.000
CCTV	\$ 100.000	\$ 1.200.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 700.000</b>	<b>\$ 8.400.000</b>

Tabla 35. Costos administrativos. Fuente propia.

<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR PROMEDIO</b>	<b>VALOR TOTAL anual</b>
Asesoría contable	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
Cafetería y aseo	\$ 150.000	\$ 1.800.000
Caja menor	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Dotación personal administrativo	\$ 350.000	\$ 4.200.000
Papelería oficina	\$ 100.000	\$ 1.200.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.900.000</b>	<b>\$ 22.800.000</b>

Tabla 36. Gastos administrativo COLTABS. Fuente propia

<b>COSTOS PREOPERATIVOS</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Adecuaciones instalaciones bodega-oficina	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Constitución de la sociedad	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Investigación de mercado	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Arriendo oficina	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Servicios públicos	1	\$ 100.000	\$100.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 7.100.000</b>

Tabla 37. Costos preoperativos. Fuente propia

<b>COSTOS PREOPERATIVOS (NÓMINA)</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL MESES</b>	<b>VALOR MENSUAL</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Personal de obra (adecuaciones)	2	1	\$ 1.300.000	\$ 2.600.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 2.600.000</b>

Tabla 38. Costos preoperativos nómina. Fuente propia

<b>Total costos preoperativos</b>	<b>\$ 9.700.000</b>
-----------------------------------	---------------------

NOMINA									
Descripción	Tipo de vinculación	Sueldo	Cantidad	U.M.	Auxilio de transporte	Aportes empleados	Prestaciones sociales	Valor unitario	Valor Total Mensual
Gerente general	Indefinido	\$4.800.000	30,00	día	\$ -	\$(384.000)	\$2.484.960	\$230.032	\$ 6.900.960
Director de Proyectos y Diseño	Indefinido	\$3.000.000	30,00	día	\$ -	\$(240.000)	\$1.553.100	\$143.770	\$ 4.313.100
Auxiliar de proyectos	Indefinido	\$1.300.000	30,00	día	\$102.853	\$(104.000)	\$673.010	\$65.729	\$ 1.971.863
Delineante de Arquitectura	Indefinido	\$1.300.000	30,00	día	\$102.853	\$(104.000)	\$673.010	\$65.729	\$ 1.971.863
Director de Obra y Control de Calidad	Indefinido	\$3.000.000	30,00	día	\$ -	\$(240.000)	\$1.553.100	\$143.770	\$ 4.313.100
Auxiliar Administrativo	Indefinido	\$1.100.000	30,00	día	\$102.853	\$(88.000)	\$569.470	\$56.144	\$ 1.684.323
Auxiliar de ventas	Indefinido	\$1.100.000	30,00	día	\$102.853	\$(88.000)	\$569.470	\$56.144	\$ 1.684.323
Servicios Generales	Indefinido	\$1.000.000	30,00	día	\$102.853	\$(80.000)	\$517.700	\$51.352	\$ 1.540.553
<b>COSTO TOTAL</b>									<b>\$ 24.380.085</b>

Tabla 39. Nómina. Fuente propia

COSTOS FIJOS		
DESCRIPCIÓN	VALOR MES	VALOR ANUAL
Nomina	\$ 24.380.085	\$ 292.561.020
Arriendo Oficina-Bodega	\$ 3.000.000	\$ 36.000.000
Servicios Públicos	\$ 700.000	\$ 8.400.000
Gastos Administrativos	\$ 1.900.000	\$ 22.800.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 29.980.085</b>	<b>\$ 359.761.020</b>

Tabla 40. Total costos fijos. Fuente propia.

#### 9.1.4 Costos de producción.

Respecto a los costos de producción se definen principalmente por los costos de precios unitarios, que tienen en cuenta los costos de materiales, herramienta menor, mano de obra, equipo y los costos de transporte.

Estos costos se calcularon a partir del proyecto tipo establecido que requiere un total de 840ml de sondas geotérmicas, razón por la cual se incluyen los accesorios y demás elementos necesarios para la instalación del sistema en este proyecto, obteniendo un total de \$124.589.

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO (ML)(840ml)					Presentación y valor de insumo		124.589,27
Ítem	Descripción	UND	Rendimiento	Desperdicio	Cantidad	Valor Unitario	Valor Parcial
<b>Materiales</b>							<b>66.554,52</b>
1	Sonda geotérmica	ML	1,00	0,0%	1,00	12.115,00	12.115,00
2	Bomba geotérmica	UND	1,00	0,0%	1,00	6.309,52	6.309,52
3	Distribuidor de HPDE (entrada y salida de tuberías)	UND	1,00	0,0%	0,05	500.000,00	25.000,00
4	Válvula reguladora	UND	1,00	0,0%	0,05	118.000,00	5.900,00
5	Arqueta de distribución para la conexión de las sondas	UND	1,00	0,0%	0,05	130.000,00	6.500,00
6	Tubería HPDE	ML	1,00	0,0%	0,50	8.000,00	4.000,00
7	Distanciador para tubos	UND	1,00	0,0%	0,05	10.000,00	500,00
8	Tubería de distribución	ML	1,00	1,5%	1,00	6.230,00	6.230,00
<b>Herramienta Menor</b>							<b>2.066,00</b>
10	Herramienta menor	UN	1,00	0,0%	1,00	2.066,00	2.066,00
<b>Equipo</b>							<b>2.500,00</b>
11	Cortadora de Tubería	UN	1,00		0,01	500.000,00	2.500,00
<b>Mano Obra</b>							<b>50.468,75</b>
12	Oficial Instalador	M2	2,05		1,00	9375	19.218,75
13	Ayudante Instalador	M2	2,00		1,00	7812,5	15.625,00
14	Ayudante Instalador	M2	2,00		1,00	7812,5	15.625,00
<b>Subcontratos</b>							<b>3.000,00</b>
15	Transporte	UND	1,00		1,00	3.000,00	3.000,00

Tabla 41. APU GEOTABS. Fuente propia

### 9.1.5 Costos de ventas

Los costos de ventas están constituidos por los anteriores factores analizados, adicionalmente se incluye costo de plan de marketing y los intereses del primer año del préstamo bancario que equivale a un valor de \$8.284 por unidad de venta.

PRECIO DE VENTA POR UNIDAD			
DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	UNIDADES 1er AÑO	PRECIO POR UNIDAD
Plan de Marketing	\$ 41.800.000	11.760	\$ 3.554
Costos fijos	\$ 359.761.020	11.760	\$ 30.592
Costos variables (APU)	\$ 124.589		\$ 124.589
Costos pre-operativos	\$ 9.700.000	11.760	\$ 825
SUBTOTAL			\$ 159.560
UTILIDAD 30%			\$ 47.868,13
TOTAL PRECIO DE VENTA			\$ 215.713

Tabla 42. Precio de venta por unidad. Fuente propia

PRECIO INTERESES POR UNIDAD			
DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL	UNIDADES 1er AÑO	PRECIO POR UNIDAD
Intereses primer año	\$ 97.420.030	11.760	\$ 8.284

Tabla 43. Precio intereses por unidad. Fuente propia

## 9.2 Cronograma de inversiones y financiación.

### 9.2.1 Fuentes de financiación

Sobre las fuentes de financiación, se pretende obtener el apoyo económico a partir de las siguientes fuentes:

- **Fondo emprendedor SENA:** El programa Capital Semilla del Fondo Emprender del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA provee financiación a iniciativas empresariales con vocación innovadora en cualquier sector de la economía que sean desarrollados por emprendedores que cumplan con las condiciones establecidas del Fondo Emprender para ser beneficiarios (SENA, 2019), del cual se puede llegar a obtener hasta ciento ochenta (180) SMLMV si el plan de negocio genera

seis o más empleos formales y directos, es decir, que de este programa podría contarse con un estimado de \$158.000.000 de financiación para la inversión requerida en COLTABS S.A.S.

- **Innpulsa Colombia:** Este programa del Gobierno Nacional a través del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo MINCIT, ofrece la financiación de proyectos de inversión para soluciones tecnológicas de autogeneración de energía eléctrica mediante fuentes no convencionales de energía renovable (Innpulsa Colombia, 2019), cuyo objetivo es el de *Fomentar a través de la Innovación y fortalecimiento empresarial soluciones tecnológicas de autogeneración de energía y/o modelos de negocio que sean financiera, ambiental y socialmente sostenible*, y otorgará la financiación por mil millones de pesos.

Para COLTABS S.A.S. este programa es una opción para obtener la financiación del 100%, sin embargo, dado que es una convocatoria en la cual serán seleccionadas algunas empresas, las proyecciones financieras se realizarán a partir de lo otorgado por el Fondo Emprender SENA y Bancóldex.

- **Fondo Multilateral de Inversiones:** Es un programa del Banco Interamericano de Desarrollo IDB que promueve fondos de capital emprendedor para pequeñas empresas, financiando proyectos de inversión en forma de subsidios que pueden llegar hasta \$2 millones de dólares por proyecto. Este programa tiene como objetivo apoyar proyectos que beneficien a la población de bajos recursos, que incentiven el impacto al medio ambiente y que tengan un enfoque comercial para aumentar el financiamiento, dirigido al sector privado en América Latina y el Caribe. A través del Fondo Multilateral de Inversiones COLTABS S.A.S. pretende obtener un estimado de \$342.000.000 de apoyo económico para completar el capital de inversión necesario para el proyecto.

- **BANCOLDEX:** Bancóldex en su programa de financiación *Programa de eficiencia energética, seguro de ahorros de energía ESI* (BANCOLDEX, s.f.) permite el acceso a líneas de crédito con condiciones especiales para proyectos que promuevan la eficiencia energética. Este programa brinda Seguros de ahorro de energía que cubre

los ahorros de energía proyectados y permite garantizar al inversionista o contratante que estos ahorros se van a efectuar. Este programa ofrece hasta 3 mil millones de pesos en financiación, del cual se pretende obtener los \$451.300.000 faltantes para completar la financiación del proyecto, con las siguientes características; la tasa de interés se calcula al 1,90% Efectiva mensual en un plazo de 4 a 5 años, es decir, una tasa de 25,34% E.A., que será pagado a partir del cuarto año de funcionamiento de la empresa, según el periodo de 3 años de gracia que otorga la entidad (BANCOLDEX, 2020):

Tamaño Empresa	Destino de los recursos	Monto máximo a financiar	Moneda	Plazo	Período de Gracia	Pago de intereses	Abonos a capital	Tasas de Redescuento a Intermediarios Financieros	Tasa de Interés al Beneficiario	Prepagos	Cobertura Geográfica
Micros, Pequeñas, Medianas Y Grandes	<p>Los recursos otorgados bajo esta línea de crédito deben destinarse a inversiones que optimicen el consumo de energía en establecimientos ya existentes o permitan operar de manera eficiente energéticamente establecimientos nuevos, orientados a los siguientes tipos de activos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tecnologías de iluminación LED</li> <li>•Calderas</li> <li>•Equipos de acondicionamiento de aire</li> <li>•Implementación de sistemas de control de aires acondicionados</li> <li>•Cogeneración de energía</li> <li>•Paneles solares térmicos (para calentamiento de agua o climatización de piscinas)</li> <li>•Paneles solares fotovoltaicos</li> </ul>	<p>Proyectos de hasta \$3.000 millones de pesos por beneficiario</p> <p>Montos superiores deberán ser autorizados previamente por Bancóldex.</p>	Pesos	Desde tres (3) años y hasta siete (7) años	Hasta tres (3) años	M.V T.V S.V.	Mensuales, Trimestrales o Semestrales	<p><b>Para operaciones indexadas a la DTF E.A.:</b></p> <p>3 años DTF E.A. + 1.50%E.A. Superior a 3 y hasta de 5 años DTF E.A. + 1.90% Superior a 5 años y hasta 7 años DTF E.A. + 2.10% E.A.</p> <p><b>Para operaciones indexadas a la IBR NMV</b> (hasta 5 años de plazo): 3 años IBR NMV + 1.70% NMV Superior a 3 y hasta de 5 años IBR NMV + 2.10% NMV</p>	Libremente Negociable	Sin Costo	Todos los Departamentos

Tabla 44. Características financiación BANCOLDEX. Tomado de: <https://www.bancoldex.com/>

De esta manera las fuentes de financiación del proyecto serán de la siguiente manera:

<b>Fuentes de financiación (75% inversión inicial)</b>		
Fondo emprendedor Capital semilla SENA	\$ 158.000.000	17%
Fondo Multilateral de Inversiones IDB	\$342.000.000	36%
Bancóldex	\$ 451.300.000	47%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 951.300.000</b>	<b>100%</b>

Tabla 45. Fuentes de financiación resumen. Fuente propia.

A partir de esta información, a continuación, se muestra las condiciones iniciales para la financiación del proyecto por parte de Bancóldex:

<b>Financiación del proyecto (Semestral): Inversión \$ 1.268.390.087</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>\$</b>	<b>Unidad</b>
	<b>1. Aporte de los Socios:</b>		
4.1	1.1. Angélica Téllez	\$ 158.548.761	
4.2	1.2. Karen Ospina	\$ 158.548.761	
4.3	1.3 Fondo emprendedor + Fondo Multilateral de Inversiones	\$ 500.000.000	
	<b>Total</b>	\$ 817.097.522	
	<b>2. Financiación Bancóldex</b>		
4.4	2.1 Capital	\$451.300.000	
4.5	2.2 Plazo de Pago (años)		5
4.6	2.3 Período de pago por año		Mensual
4.7	2.4 Períodos por año		12
4.8	2.4 Total de períodos del préstamo		60
4.9	2.5 Tasa efectiva anual		<b>25,34%</b>
4.10	2.6 Tasa efectiva mensual (del período)		1,90%
4.11	2.7 Pago de cuota periódica mes vencido		12.670.524

Tabla 46. Proyección financiación del proyecto. Fuente propia.

Según las condiciones iniciales de financiación, se realizó la estimación del cronograma de amortización del préstamo bancario mes vencido, basados en la información del saldo inicial para cada uno de los meses en el periodo de cinco (5) años en que se realizará el pago de préstamo, discriminando cuota periódica, intereses, aporte a capital y el saldo a la deuda para el mes siguiente, como se muestra a continuación:

TABLA No. 5 AMORTIZACIÓN FINANCIACIÓN BANCÓLDEX MES VENCIDO														TOTALES
Amortización Préstamo Bancario Año 4														
	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Saldo Inicial	451.300.000	447.204.130	443.030.440	438.777.449	434.443.653	430.027.514	425.527.469	420.941.924	416.269.254	411.507.804	406.655.887	401.711.784	152.046.287	
Cuota periódica	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	97.420.030	
Intereses	8.574.654	8.496.833	8.417.534	8.336.727	8.254.385	8.170.479	8.084.979	7.997.854	7.909.074	7.818.607	7.726.421	7.632.483	54.626.257	
Aporte a Capital	4.095.870	4.173.691	4.252.990	4.333.797	4.416.138	4.500.045	4.585.545	4.672.670	4.761.450	4.851.917	4.944.103	5.038.041		
Saldo deuda	447.204.130	443.030.440	438.777.449	434.443.653	430.027.514	425.527.469	420.941.924	416.269.254	411.507.804	406.655.887	401.711.784	396.673.743		
Amortización Préstamo Bancario Año 5														
	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Saldo Inicial	396.673.743	391.539.980	386.308.676	380.977.978	375.545.997	370.010.809	364.370.453	358.622.931	352.766.206	346.798.205	340.716.811	334.519.872	152.046.287	
Cuota periódica	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	83.577.736	
Intereses	7.536.761	7.439.220	7.339.826	7.238.543	7.135.336	7.030.168	6.923.002	6.813.799	6.702.522	6.589.131	6.473.585	6.355.844	68.468.551	
Aporte a Capital	5.133.763	5.231.304	5.330.698	5.431.981	5.535.188	5.640.356	5.747.522	5.856.725	5.968.002	6.081.393	6.196.939	6.314.680		
Saldo deuda	391.539.980	386.308.676	380.977.978	375.545.997	370.010.809	364.370.453	358.622.931	352.766.206	346.798.205	340.716.811	334.519.872	328.205.192		
Amortización Préstamo Bancario Año 6														
	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Saldo Inicial	328.205.192	321.770.534	315.213.617	308.532.120	301.723.675	294.785.871	287.716.249	280.512.304	273.171.486	265.691.193	258.068.774	250.301.531	152.046.287	
Cuota periódica	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	66.227.806	
Intereses	6.235.865	6.113.608	5.989.027	5.862.079	5.732.719	5.600.902	5.466.580	5.329.705	5.190.231	5.048.106	4.903.281	4.755.704	85.818.481	
Aporte a Capital	6.434.658	6.556.916	6.681.497	6.808.445	6.937.805	7.069.622	7.203.944	7.340.819	7.480.293	7.622.418	7.767.243	7.914.820		
Saldo deuda	321.770.534	315.213.617	308.532.120	301.723.675	294.785.871	287.716.249	280.512.304	273.171.486	265.691.193	258.068.774	250.301.531	242.386.711		
Amortización Préstamo Bancario Año 7														
	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Saldo Inicial	242.386.711	234.321.510	226.103.071	217.728.483	209.194.778	200.498.933	191.637.869	182.608.445	173.407.463	164.031.664	154.477.725	144.742.262	152.046.287	
Cuota periódica	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	44.481.402	
Intereses	4.605.323	4.452.085	4.295.935	4.136.819	3.974.680	3.809.459	3.641.100	3.469.542	3.294.724	3.116.585	2.935.061	2.750.088	107.564.885	
Aporte a Capital	8.065.201	8.218.439	8.374.588	8.533.705	8.695.844	8.861.064	9.029.424	9.200.982	9.375.800	9.553.939	9.735.463	9.920.436		
Saldo deuda	234.321.510	226.103.071	217.728.483	209.194.778	200.498.933	191.637.869	182.608.445	173.407.463	164.031.664	154.477.725	144.742.262	134.821.826		
Amortización Préstamo Bancario Año 8														
	Enero	febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Saldo Inicial	134.821.826	124.712.903	114.411.912	103.915.203	93.219.057	82.319.686	71.213.228	59.895.748	48.363.237	36.611.610	24.636.703	12.434.274	152.046.287	
Cuota periódica	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	12.670.524	17.224.461	
Intereses	2.561.601	2.369.533	2.173.815	1.974.378	1.771.153	1.564.066	1.353.044	1.138.013	918.897	695.617	468.095	236.250	134.821.826	
Aporte a Capital	10.108.923	10.300.991	10.496.709	10.696.146	10.899.371	11.106.458	11.317.480	11.532.511	11.751.627	11.974.907	12.202.429	12.434.274		
Saldo deuda	124.712.903	114.411.912	103.915.203	93.219.057	82.319.686	71.213.228	59.895.748	48.363.237	36.611.610	24.636.703	12.434.274	0		

Tabla 47. Tabla amortización financiación Bancóldex. Fuente propia.

En cuanto a lo anterior, se presenta el siguiente resumen de amortización en donde se puede observar que en total se pagará un valor de \$ 308.931.435 de intereses distribuidos en los cinco (5) años de pago del préstamo de Bancóldex, así como se tendrá una cuota fija mensual de 12.670.524 a partir del cuarto año de funcionamiento de COLTABS S.A.S., que anualmente equivalen a un estimado de \$ 152.046.287 que saldarán el total de la deuda para el octavo año.

Tabla No. 5 Préstamo bancario: Resumen Tabla De Amortización (consolidado por año)							TOTAL
Valor Préstamo	\$ 451.300.000	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	
Saldo Inicial	\$ 451.300.000	\$ 451.300.000	\$ 396.673.743	\$ 328.205.192	\$ 242.386.711	\$ 134.821.826	\$ 0
Cuota		\$ 152.046.287	\$ 152.046.287	\$ 152.046.287	\$ 152.046.287	\$ 152.046.287	\$ 760.231.435
Intereses		\$ 97.420.030	\$ 83.577.736	\$ 66.227.806	\$ 44.481.402	\$ 17.224.461	\$ 308.931.435
Aporte a Capital		\$ 54.626.257	\$ 68.468.551	\$ 85.818.481	\$ 107.564.885	\$ 134.821.826	\$ 451.300.000
Saldo deuda	\$ 451.300.000	\$ 396.673.743	\$ 328.205.192	\$ 242.386.711	\$ 134.821.826	\$ 0	\$ 0

Tabla 48. Resumen tabla de amortización. Fuente propia

### 9.3 Presupuestos.

#### 9.3.1 Flujo de caja proyectado

El flujo de caja del proyecto se presenta a continuación, con sus respectivos ingresos netos y total de egresos. Como se evidencia para el año 0, se obtiene un total de ingresos de \$ 1.268.397.522 y unos egresos de \$50.820.000 constituidos por los gastos pre-operativos y los activos fijos, a partir del año 1 se tienen en cuenta en los egresos los costos fijos, costos variables y los impuestos de renta, en este año 1 se obtienen estimaciones de un total de \$ 3.754.357.696 en ingresos y un total de \$ 2.174.186.664 para egresos, obteniendo un total del flujo de caja neto de \$ 362.593.510.

Esto representa una rentabilidad considerable, dado que se puede evidenciar que se tendrá una ganancia sobre la inversión a partir del cuarto año, si se asume que el préstamo con la entidad financiera se paga desde el primer año de funcionamiento de COLTABS. Es

decir, estos cálculos representan una estimación hipotética pagando desde el primer año de vigencia, sin embargo, es importante aclarar que Bancóldex otorga tres (3) años de periodo de gracia para este tipo de inversiones, por lo que en realidad la obligación financiera está a partir del cuarto año del proyecto.

Para esto, se establece que durante los primeros tres (3) años de funcionamiento de la empresa además de tener un periodo que permitirá tener un alivio económico en el pago de las cuotas mensuales estimadas, se acordará el pago mensual de cuotas como abono a capital del préstamo de acuerdo con las ganancias obtenidas respectivamente.

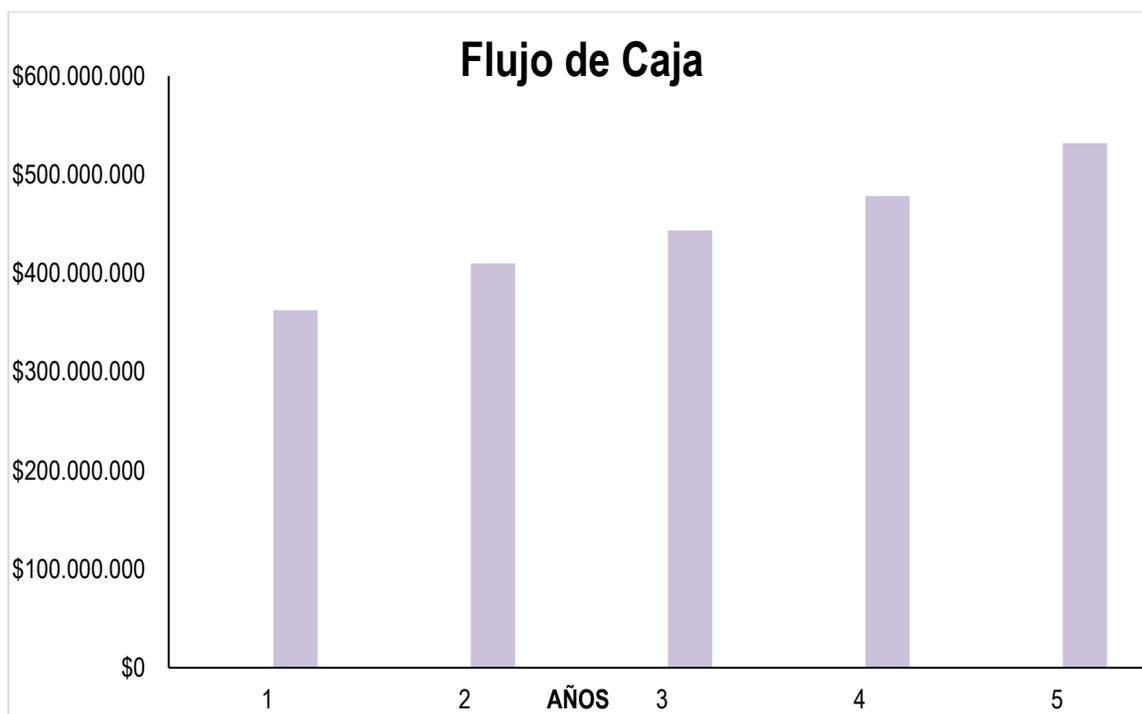


Ilustración 185. Gráfica flujo de caja COLTABS. Fuente propia.

<b>SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN TERMOACTIVO GEOTABS</b>						
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>						
<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>INGRESOS</b>						
Aportes de Capital	\$ 817.097.522	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Saldo Anterior	\$ 0	\$ 1.217.577.522	\$ 1.580.171.031	\$ 1.989.928.046	\$ 2.433.357.981	\$ 2.911.526.851
Ingresos del Periodo	\$ 0	\$ 2.536.780.174	\$ 2.663.619.183	\$ 2.796.713.857	\$ 2.936.495.621	\$ 3.083.395.902
Préstamos	\$ 451.300.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Venta de Activos Fijos	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 18.504.000
<b>Total Ingresos netos</b>	<b>\$ 1.268.397.522</b>	<b>\$ 3.754.357.696</b>	<b>\$ 4.243.790.214</b>	<b>\$ 4.786.641.903</b>	<b>\$ 5.369.853.602</b>	<b>\$ 6.013.426.753</b>
<b>EGRESOS</b>						
Gastos Pre - Operativos	-\$ 9.700.000					
Compra de Activos Fijos	-\$ 41.120.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Costos Fijos	\$ 0	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020
Costos Variables	\$ 0	-\$ 1.479.871.394	-\$ 1.539.051.299	-\$ 1.616.172.060	-\$ 1.696.781.320	-\$ 1.781.751.205
Impuesto de Renta	\$ 0	-\$ 182.507.963	-\$ 203.003.561	-\$ 225.304.555	-\$ 249.738.124	-\$ 276.698.153
Obligaciones Financieras	\$ 0	-\$ 152.046.287	-\$ 152.046.287	-\$ 152.046.287	-\$ 152.046.287	-\$ 152.046.287
Arrendamiento Leasing	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>Total Egresos</b>	<b>-\$ 50.820.000</b>	<b>-\$ 2.174.186.664</b>	<b>-\$ 2.253.862.168</b>	<b>-\$ 2.353.283.922</b>	<b>-\$ 2.458.326.751</b>	<b>-\$ 2.570.256.665</b>
<b>Total Flujo Neto Para Balance</b>	<b>\$ 1.217.577.522</b>	<b>\$ 1.580.171.031</b>	<b>\$ 1.989.928.046</b>	<b>\$ 2.433.357.981</b>	<b>\$ 2.911.526.851</b>	<b>\$ 3.443.170.088</b>
<b>Total Flujo De Caja Neto</b>	<b>-\$ 1.268.397.522</b>	<b>\$ 362.593.510</b>	<b>\$ 409.757.015</b>	<b>\$ 443.429.934</b>	<b>\$ 478.168.870</b>	<b>\$ 531.643.237</b>

Tabla 49. Flujo de caja neto COLTABS S.A.S. Fuente propia.

### **9.3.2 Balance general proyectado.**

Con relación al balance general, se evidencia que inicialmente se discrimina la cuenta de activo corriente que está compuesta por:

#### **Activo corriente:**

- Bancos: En esta cuenta se observa que para el año 1 se destina un total de \$ 1.580.171.031 para ser depositado en el banco en la cuenta bancaria que posee COLTABS S.A.S. como resultado del total de ingresos menos el total de egresos para ese año.

- Inventarios: Respecto al análisis del año 1, esta cuenta corresponde al inventario final que se tendrá para ese año, como resultado del costo variable (APU) por el número de unidades del producto que se dejarán para el inventario final como reserva para el año siguiente, este tiene un valor de \$14.701.534.

Es decir que para el activo corriente se suma la cuenta de bancos y de inventarios, obteniendo un total de \$ 1.594.872.566.

#### **Activos fijos:**

Para la cuenta de activos fijos el valor de \$ 41.120.000 corresponde a las maquinarias y equipos menos la depreciación para ese año 1, correspondiente a \$6.069.388, obteniendo un total de \$35.050.612.

Ahora bien, sobre el total del activo se realiza la sumatoria entre los activos fijos, el total activo corriente y los costos preoperacionales (\$ 9.700.000) obteniendo un total de \$ 1.639.623.178.

#### **Pasivo corriente:**

Con relación a los pasivos del año 1 el saldo de la deuda de los préstamos bancarios es de \$ 396.673.743, es decir, que el total del pasivo corresponde a este mismo valor.

### Patrimonio:

Para la cuenta patrimonio, se tienen en cuenta el valor del capital, la reserva legal para ese año, las utilidades de los periodos anteriores y las utilidades por distribuir de la siguiente manera.

- Capital:

Este ítem hace referencia al capital interno de inversión, es decir los aportes de los socios equivalente a \$ 817.097.522

- Reserva legal:

La reserva legal del año 1 corresponde a la sumatoria de la reserva legal de los periodos anteriores más la del presente año, con un total de \$ 4.258.519

- Utilidades periodos anteriores:

Las utilidades de los periodos anteriores es la sumatoria de las utilidades por distribuir del año 0, es decir para este caso tiene en el análisis del año 1 tiene un valor de \$ 0

- Utilidades por distribuir:

Son las utilidades por distribuir del año 1, con un valor de \$ 421.593.394.

Finalmente, se suma el total del pasivo más el total del patrimonio y se obtiene un valor de \$ 1.639.623.178, para lo cual se obtienen los resultados totales del balance, que restados con el total del activo equivalen a cero.

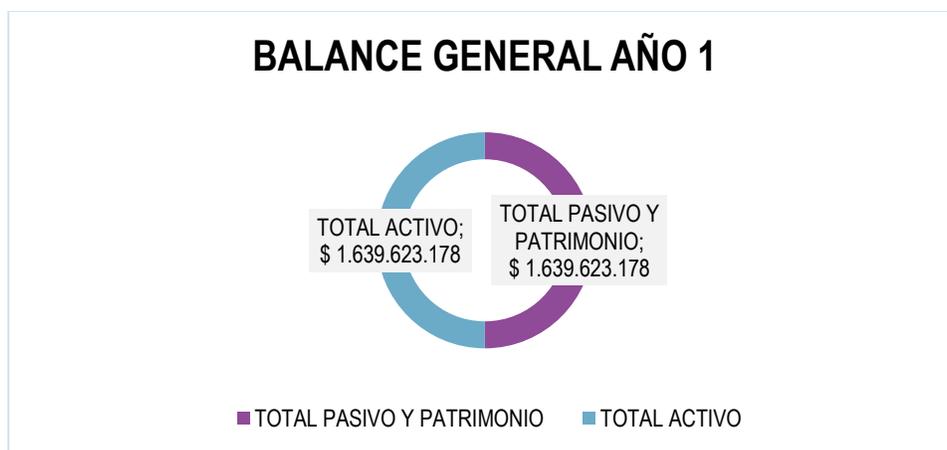


Tabla 50. Resumen balance general año 1 COLTABS. Fuente propia.

BALANCE GENERAL						
Año	0	1	2	3	4	5
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>						
BANCOS	\$ 1.217.577.522	\$ 1.580.171.031	\$ 1.989.928.046	\$ 2.433.357.981	\$ 2.911.526.851	\$ 3.424.666.088
INVENTARIOS	\$ 0	\$ 14.701.534	\$ 15.324.481	\$ 16.196.606	\$ 16.944.141	\$ 17.816.266
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>\$ 1.217.577.522</b>	<b>\$ 1.594.872.566</b>	<b>\$ 2.005.252.527</b>	<b>\$ 2.449.554.586</b>	<b>\$ 2.928.470.992</b>	<b>\$ 3.442.482.354</b>
<b>ACTIVOS FIJOS</b>						
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 41.120.000	\$ 41.120.000	\$ 41.120.000	\$ 41.120.000	\$ 41.120.000	\$ 41.120.000
DEPRECIACION	\$ 0	-\$ 6.069.388	-\$ 11.242.923	-\$ 15.652.834	-\$ 19.411.835	-\$ 22.616.000
<b>TOTAL ACTIVO FIJO</b>	<b>\$ 41.120.000</b>	<b>\$ 35.050.612</b>	<b>\$ 29.877.077</b>	<b>\$ 25.467.166</b>	<b>\$ 21.708.165</b>	<b>\$ 18.504.000</b>
		\$ 9.700.000	\$ 9.700.000	\$ 9.700.000	\$ 9.700.000	\$ 9.700.000
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>\$ 1.258.697.522</b>	<b>\$ 1.639.623.178</b>	<b>\$ 2.044.829.604</b>	<b>\$ 2.484.721.752</b>	<b>\$ 2.959.879.157</b>	<b>\$ 3.470.686.354</b>
<b>PASIVO CORRIENTE</b>						
IMPUESTO POR PAGAR	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>\$ 0</b>					
<b>PASIVO A LARGO PLAZO</b>						
PRESTAMOS BANCARIOS	\$ 451.300.000	\$ 396.673.743	\$ 328.205.192	\$ 242.386.711	\$ 134.821.826	\$ 0

TOTAL PASIVO	\$ 451.300.000	\$ 396.673.743	\$ 328.205.192	\$ 242.386.711	\$ 134.821.826	\$ 0
PATRIMONIO						
CAPITAL	\$ 817.097.522	\$ 817.097.522	\$ 817.097.522	\$ 817.097.522	\$ 817.097.522	\$ 817.097.522
RESERVA LEGAL	\$ 0	\$ 4.258.519	\$ 8.995.269	\$ 14.252.375	\$ 20.079.598	\$ 26.535.888
UTILIDADES PERIODOS ANTERIORES	\$ 0	\$ 0	\$ 421.593.394	\$ 890.531.621	\$ 1.410.985.144	\$ 1.987.880.211
UTILIDADES POR DISTRIBUIR	\$ 0	\$ 421.593.394	\$ 468.938.227	\$ 520.453.523	\$ 576.895.067	\$ 639.172.733
TOTAL PATRIMONIO	\$ 817.097.522	\$ 1.242.949.435	\$ 1.716.624.412	\$ 2.242.335.041	\$ 2.825.057.331	\$ 3.470.686.354
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	\$ 1.268.397.522	\$ 1.639.623.178	\$ 2.044.829.604	\$ 2.484.721.752	\$ 2.959.879.157	\$ 3.470.686.354
CIERRE BALANCE		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

Tabla 51. Balance general COLTABS. Fuente propia.

### 9.3.3 Estado de ganancias o pérdidas.

El estado de ganancias o pérdidas se determina a partir del estado de resultados, que permite identificar los valores de ventas netas, utilidad bruta, gastos operacionales, depreciación de los activos, utilidad operacional y finalmente las utilidades por distribuir para cada uno de los años.

Continuando con el análisis para el año 1 se puede observar que las ventas netas corresponden para ese año a un total de \$ 2.536.780.174, del cual se descuenta el costo de venta para obtener la utilidad bruta que arroja un total de \$ 1.071.610.314.

Ahora, la utilidad operacional se compone de la resta de los gastos operacionales los cuales son de un valor de \$ 359.761.020 y el valor de la depreciación de los activos \$6.069.388, a la utilidad bruta, que da un total de \$ 705.779.906.

Finalmente, se encuentran las utilidades por distribuir que se componen por el descuento a la utilidad operacional de los gastos financieros, impuesto de renta y reserva legal, el cual da un total de \$ 421.593.394.

		\$ 97.420.030
		Gastos financieros
\$ 705.779.906	—	\$ 182.507.963
Utilidad operacional		Impuesto de renta
		\$ 4.258.519
		Reserva legal
		\$ 421.593.394
		Utilidades por distribuir

Ilustración 186. Utilidades por distribuir año 1. Fuente propia

ESTADO DE RESULTADOS					
COLTABS					
Año	1	2	3	4	5
Ventas Brutas	\$ 2.536.780.174	\$ 2.663.619.183	\$ 2.796.713.857	\$ 2.936.495.621	\$ 3.083.395.902
Menos Descuentos Y Devoluciones	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Ventas Netas	\$ 2.536.780.174	\$ 2.663.619.183	\$ 2.796.713.857	\$ 2.936.495.621	\$ 3.083.395.902
Inventario Inicial	\$ 0	-\$ 14.701.534	-\$ 15.324.481	-\$ 16.196.606	-\$ 16.944.141
Compras	-\$ 1.479.871.394	-\$ 1.539.051.299	-\$ 1.616.172.060	-\$ 1.696.781.320	-\$ 1.781.751.205
Inventario Final	\$ 14.701.534	\$ 15.324.481	\$ 16.196.606	\$ 16.944.141	\$ 17.816.266
Menos Costo De Ventas	-\$ 1.465.169.860	-\$ 1.538.428.353	-\$ 1.615.299.935	-\$ 1.696.033.784	-\$ 1.780.879.080
Utilidad Bruta	\$ 1.071.610.314	\$ 1.125.190.830	\$ 1.181.413.922	\$ 1.240.461.837	\$ 1.302.516.822
Menos Gastos Operacionales	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020	-\$ 359.761.020
Menos Depreciacion De Activos	-\$ 6.069.388	-\$ 5.173.535	-\$ 4.409.912	-\$ 3.759.001	-\$ 3.204.165
Utilidad Operacional	\$ 705.779.906	\$ 760.256.275	\$ 817.242.990	\$ 876.941.816	\$ 939.551.637
Menos Gastos Financieros	-\$ 97.420.030	-\$ 83.577.736	-\$ 66.227.806	-\$ 44.481.402	-\$ 17.224.461
Menos Arrendamiento Financiero	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Utilidad Antes De Impuestos	\$ 608.359.876	\$ 676.678.538	\$ 751.015.184	\$ 832.460.414	\$ 922.327.176
Impuesto De Renta	-\$ 182.507.963	-\$ 203.003.561	-\$ 225.304.555	-\$ 249.738.124	-\$ 276.698.153
Utilidad A Disposición De Socios	\$ 425.851.913	\$ 473.674.977	\$ 525.710.629	\$ 582.722.290	\$ 645.629.023
Reserva Legal	-\$ 4.258.519	-\$ 4.736.750	-\$ 5.257.106	-\$ 5.827.223	-\$ 6.456.290
Utilidades Por Distribuir	\$ 421.593.394	\$ 468.938.227	\$ 520.453.523	\$ 576.895.067	\$ 639.172.733

Tabla 52. Estado de resultados COLTABS. Fuente propia.

### 9.3.4 Tasa Interna de Retorno TIR, Valor Presente Neto VAN, Punto de equilibrio y periodo de recuperación de la inversión.

Inicialmente es importante identificar que con la definición de la Tasa Interna de Retorno TIR se debe tener en cuenta el análisis del Flujo de Caja Neto del proyecto, que con relación a los anteriores costos detallados nos arroja en el periodo de 5 años un flujo de caja creciente, para el caso del año 1 constituye un valor de \$ 362.593.510 y para el año 5 logra aumentar hasta \$ 531.643.237.

A partir del anterior análisis del flujo de caja neto se establece que la TIR es equivalente a un 20,64%, es decir, esta tasa representa la rentabilidad o interés que ofrece una inversión. A partir de este porcentaje se define el beneficio o la pérdida de la inversión, con relación a la tasa de Valor Presente Neto.

Lo anterior, definido a partir de la premisa cuando la tasa del VPN es igual a cero, no nos permitiría tener un proyecto inmediatamente viable, porque a pesar de que no genera pérdidas tampoco genera ganancias, solamente permitiría recuperar la inversión inicial.

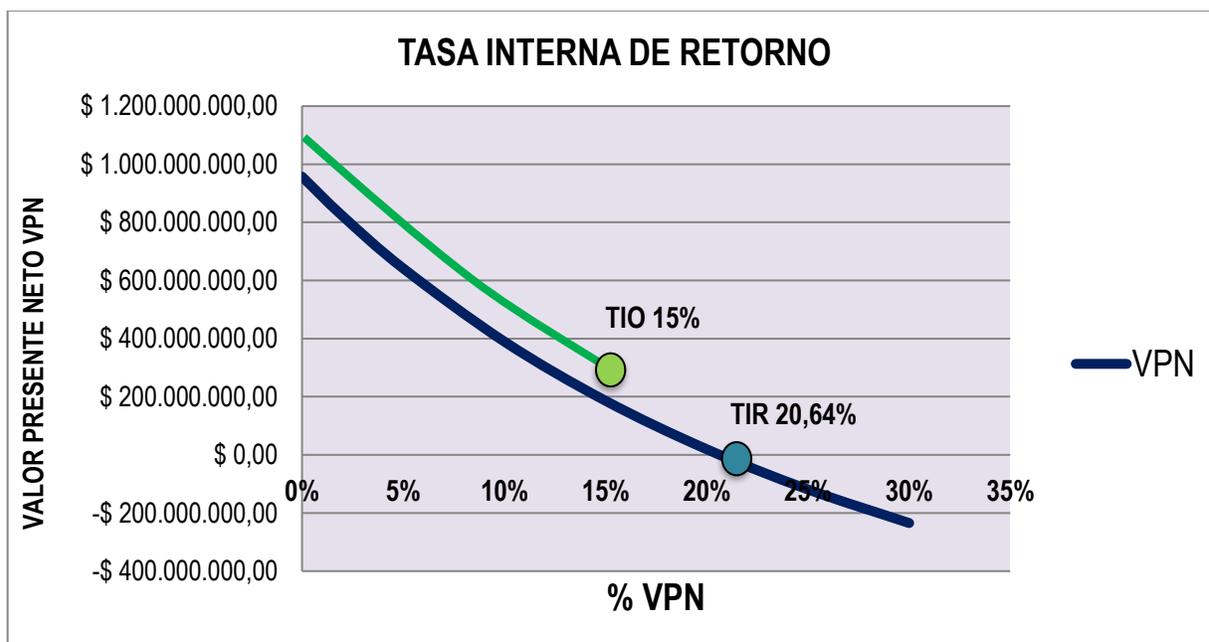


Ilustración 187. Tasa Interna de Retorno COLTABS. Fuente propia.

En la anterior gráfica, se evidencia en el eje de Valor Presente Neto con relación al eje del porcentaje de la tasa de este, en la que se mantienen las ganancias hasta un 20,64% equivalente a la TIR, una vez se supere esta tasa se tendrán pérdidas sobre la inversión inicial, y como se evidencia podemos proyectar que si se tiene una tasa del VPN del 30% habrá pérdidas de hasta \$ 234.578.181,71.

Por lo tanto, se estableció una TIO (Tasa Interna de Oportunidad) del 15%, que nos permitirá obtener ganancias sobre la inversión realizada.

	Inversión	Año	Año	Año	Año	Año
		1	2	3	4	5
Flujo De Caja Neto	-\$ 1.268.397.522	\$ 362.593.510	\$ 409.757.015	\$ 443.429.934	\$ 478.168.870	\$ 531.643.237
Valores de la Ecuación VPN	-\$ 1.268.397.522	\$ 300.554.303	\$ 281.534.905	\$ 252.542.096	\$ 225.731.931	\$ 208.034.286

Tabla 53. Valores VPN COLTABS. Fuente propia.

Respecto al periodo de recuperación comprende el tiempo en el cual se recupera el total de la inversión realizada, para nuestro proyecto el total de la inversión es de \$1.268.397.522 por lo tanto el tiempo en el que se recupera esta inversión es para el cuarto año teniendo en cuenta que el acumulado de las utilidades por distribuir en el año 4 son de \$ 1.693.949.329.

Finalmente, en la siguiente gráfica se muestra el resumen de los resultados obtenidos en el análisis económico y financiero, de acuerdo con el costo del capital, Valor Presente Neto, TIR, Valor Futuro Neto, Beneficio/costo, periodo de recuperación, ingresos y egresos.

Podemos identificar que la relación Beneficio / Costo para el proyecto en los primeros 5 años es de 2,17. Lo que indica que además de recuperarse la inversión se obtienen ganancias de 1,17 sobre la inversión de capital.

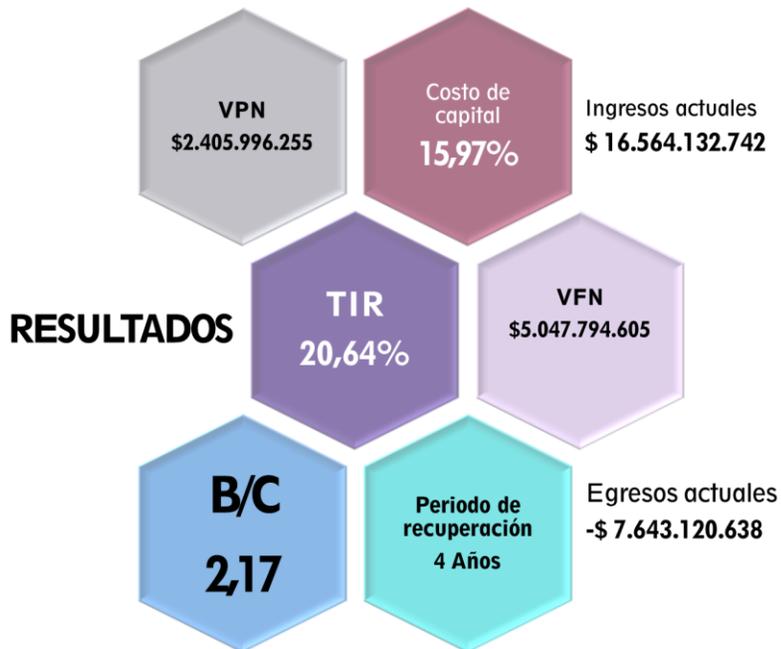


Ilustración 188. Resultados análisis económicos y financieros COLTABS. Fuente propia.

### 9.3.5 Situaciones que pueden afectar el proyecto.

Algunas de las situaciones que se pueden presentar y puedan generar afectaciones en la viabilidad del proyecto son:

- La no financiación por parte de las fuentes de inversión determinadas, es decir, Fondo emprendedor, Fondo Multilateral de Inversión y Bancóldex, quienes representan un 75% del total de la inversión requerida para desarrollar el proyecto. Sin embargo, por ser un proyecto que promueve la eficiencia energética no solo tiene como posibilidades estos apoyos económicos sino también existen diferentes organizaciones que incentivan y patrocinan este tipo de proyectos.
- Situaciones externas al proyecto, es decir, aquellos imprevistos que puedan afectar indirectamente la viabilidad del proyecto, como el aumento de las tasas de interés en la financiación de Bancóldex, crisis económica en el sector de la construcción que conlleve a una disminución en la ejecución de proyectos o expedición de legislación que restrinjan el funcionamiento y la operatividad de COLTABS S.A.S. y su actividad económica.

## Conclusiones

- El proyecto en estudio dio un resultado factible y ampliamente benéfico para los socios o inversionistas, esto teniendo en cuenta que la inversión realizada de \$1.268.397.522 es recuperada en el cuarto año después de la puesta en marcha teniendo utilidades de \$639.172.733 para el quinto año. De igual manera, se deben contemplar los tres (3) años de periodo de gracia que otorga Bancóldex, que de obtenerse permitirá un alivio económico durante los primeros años de operación de COLTABS S.A.S.
- Realizando una comparación del sistema de climatización termoactivo y el convencional, considerando diferentes variables evaluadas, se obtiene que GEOTABS tendría menor costo en mantenimiento, costos por energía eléctrica y emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que el aire acondicionado tendría un mayor costos respecto a la estimación de la vida útil de la edificación.
- El producto GEOTABS no solo brinda al cliente ahorros económicos considerables de aproximadamente \$810.000.000 de pesos, sino que además aporta al medio ambiente una reducción del 63,90% en emisiones de CO<sub>2</sub> y un ahorro energético hasta del 76% del consumo total de la edificación, respecto a la vida útil de la edificación.

## Glosario de términos

**Climatización:** es la creación de condiciones adecuadas de temperatura y humedad para la comodidad de las personas. También pueden incluirse en esta definición los sistemas de control de la presión y limpieza del aire. (Planeta Ahorro)

**Geotermia:** es el campo de la ciencia dedicado al estudio del calor existente debajo de la superficie de la Tierra. Se conoce con el mismo nombre al proceso por el cual se extrae la energía geotérmica para su posterior uso como energía eléctrica, principalmente. (Ingeoexpert, 2018)

**Inercia:** Propiedad de un sistema físico o social que hace que este se oponga a posibles cambios. En física se dice que un sistema tiene más inercia cuando resulta más difícil lograr un cambio en el estado físico del mismo. (EcuRed, s.f.)

**Temperatura:** Propiedad física que se refiere a las nociones comunes de calor o ausencia de calor. Es una de las magnitudes más utilizadas para describir el estado de la Atmósfera. (EcuRed, s.f.)

**Compresión:** acción ejercida sobre un cuerpo por una fuerza exterior que tiende a disminuir el volumen o a aumentar la densidad de dicho cuerpo. (Glosarios Alicante, 2018)

**Topografía:** es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría). La palabra topografía tiene como raíces topos, que significa "lugar", y grafos que significa "descripción". (Topoequipos S.A, s.f.)

**Precipitación:** La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera, que es una gran solución gaseosa, se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae de la solución, es decir, precipita. (Ciclo Hidrológico, s.f.)

**Energía:** La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, el concepto de energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas. (Fundación Endesa, 2019).

**Refrigeración:** Es el proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado y se mantiene esta temperatura baja con el fin, por ejemplo, de enfriar alimentos, conservar determinadas sustancias o conseguir un ambiente agradable. (EcuRed, s.f.)

**Carga térmica:** Cantidad de energía que se necesita en un área para conservar determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica, se expresa en BTU. (Construmática, s.f.)

**Confort térmico:** El confort térmico es la sensación que expresa la satisfacción de los usuarios de los edificios con el ambiente térmico. Por lo tanto, es subjetivo y depende de diversos factores. (Blender, 2015)

### Lista de referencias

- A&S Building Systems. (2018). *¿Qué es el Marketing? Programa de certificación del instalador para 2018*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de [https://a-s.com/index\\_builders\\_information.html](https://a-s.com/index_builders_information.html)
- ALB Sistemas. (s.f.). *Sistema de Geotermia*. Obtenido de <https://www.alb.es/arxius/descarregues/sge/16-5101.pdf>
- Andrades, F. A. (2015). *Diseño de estructura de fundación termoactiva como fuente de calor para edificio habitacional con uso de geotermia*. Universidad del Bío Bío , Concepción. Obtenido de [http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/985/1/Matamala\\_Andrade\\_Felipe.pdf](http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/985/1/Matamala_Andrade_Felipe.pdf)
- Argos Colombia. (Mayo de 2018). *Materiales de construcción del futuro*. Obtenido de <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Innovacion/Materiales-de-construccion-del-futuro>
- Asociación Colombiana de Acondicionamiento de Aire. (22 de Noviembre de 2019). *Observación de campo sitio web Acaire sobre clasificados y medios de publicidad en el sitio web*. Obtenido de <https://acaire.org/negocios/>
- ATIC for HVAC Professionals . (2017). *TABS (Thermally Active Building Systems)*. Obtenido de [https://www.atic.be/images/4\\_wim\\_boydens.pdf](https://www.atic.be/images/4_wim_boydens.pdf)
- BANCOLDEX. (16 de Abril de 2020). *BANCOLDEX*. Obtenido de Tasas de interés : [https://www.bancoldex.com/sites/default/files/tasas\\_vigilados\\_80.pdf](https://www.bancoldex.com/sites/default/files/tasas_vigilados_80.pdf)
- BANCOLDEX. (s.f.). *Bancoldex*. Obtenido de Soluciones financieras: <https://www.bancoldex.com/soluciones-financieras/programa-de-eficiencia-energetica-seguro-de-ahorros-de-energia-3414>
- Bell, J. G. (28 de junio de 2017). Hay más de 58 proyectos de oficinas en Bogotá. Por su parte, en Medellín se realizan 14 proyectos, que se estima que sumarán 94.700 metros cuadrados. *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-co>
- Bergia, L., Ongun, B., Kazanci, B., Quesada, J., Bjarne, A., & Olesen, W. (2019). *Comparación económica de TABS, paneles de techo PCM y sistemas totalmente aéreos para enfriar oficinas*. International Center for Environmental and Energy Housing - ICIEE, Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering, Dinamarca.
- Blender, M. (10 de 03 de 2015). *Arquitectura y Energía*. Obtenido de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-confort-termico/>
- BOLIVAR HERNANDEZ, L. P., & MARTINEZ GOMEZ , M. A. (2014). *ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGETICA DE EQUIPOS Y SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO EN LA EDIFICACION DEL BLOQUE G DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE*. UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE, FACULTAD DE INGENIERIA , Barranquilla.
- Calor y Frio . (2019). *Ventilación y Calidad del Aire Interior*. Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/ventilacion.html>

- CAMACOL. (2017). *Construcción de oficinas. Balance global y perspectivas regionales*. Bogotá.
- CAMACOL. (2018). *Capacidad de compra y acceso a la vivienda formal. Un análisis desde factores estructurales y coyunturales del mercado*. Bogotá. Obtenido de [https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econ%C3%B3mico%20No%2098\\_VFF.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econ%C3%B3mico%20No%2098_VFF.pdf)
- CAMACOL. (2018). *Características del ajuste del mercado por tamaño de compañías. Evolución reciente de comercialización e indicadores de riesgo*. Bogotá.
- CAMACOL. (2018). *Informe de Gestión 2018-2019*.
- CAMACOL. (2018). *Un primer balance sobre la productividad en el sector de la construcción*. Bogotá. Obtenido de [https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econ%C3%B3mico%20No%20100\\_VF.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econ%C3%B3mico%20No%20100_VF.pdf)
- CAMACOL. (2019). *Actividad edificadora no residencial: Balance del mercado y perspectivas en 2019*. Bogotá. Obtenido de [https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econ%C3%B3mico%20No%20101\\_VF.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20econ%C3%B3mico%20No%20101_VF.pdf)
- CAMACOL. (2019). *Balance del primer trimestre de 2019: Un mercado a la espera de señales de recuperación*. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/infosectorial/Un%20Mercado%20a%20la%20Espera%20de%20Se%C3%B1ales%20de%20Recuperaci%C3%B3n.pdf>
- CAMACOL. (2019). *Informe de actividad edificadora. Departamento de Estudios Económicos y Técnicos*. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/Informe%20de%20Actividad%20Edificadora%20de%20Estudios%20Economicos%20y%20Tecnicos.pdf>
- Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (2019). Análisis del contexto económico del sector de la construcción. *Prospectiva Edificadora*, 3. Obtenido de [https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/PROSPECTIVA%20EDIFICADORA%202019\\_1.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/info-sectorial/PROSPECTIVA%20EDIFICADORA%202019_1.pdf)
- Cañón, C. A. (2017). *Procesos de inestabilidad en el costado sur del Cerro de la Popa, parte alta del talud adyacente al convento de la Orden de Agustinos Recolectos, Distrito de Cartagena de Indias, Departamento de Bolívar*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano.
- Castaño Simón, I., & Ortega, I. (15 de 09 de 2016). *Climatización de edificios mediante termoactivación de estructuras de hormigón y en combinación con geotermia*. Obtenido de [www.construible.es](http://www.construible.es): <https://www.construible.es/comunicaciones/climatizacion-edificios-mediante-termoactivacion-estructuras-hormigon-combinacion-geotermia>
- Castiblanco, M. A. (2017). *Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones*. Universidad Santo Tomás, Bogotá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4472/Abrilmiguel2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ciclo Hidrológico. (s.f.). *CicloHidrologico.com*. Obtenido de <https://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>

- CIOH. (s.f.). *Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas*. Obtenido de <https://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenBarranquilla4.php>
- Colombia Compra Eficiente. (2014). *Guía para los Procesos de Contratación de obra pública*.
- Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. (2010). *Reglamento Colombiano Sismo Resistente*. Bogotá.
- Construcción, P. d. (2019). *Entrevista*. Bogotá.
- Construmática. (s.f.). *construmatica.com*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Carga\\_T%C3%A9rmica](https://www.construmatica.com/construpedia/Carga_T%C3%A9rmica)
- Corporación Lonja de Propiedad Raíz de Barranquilla. (s.f.). <https://lonjabarranquilla.com/>. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <https://lonjabarranquilla.com/>
- DANE. (2019). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC) I trimestre de 2019 Boletín Técnico*. Bogotá: DANE.
- DANE. (2020). *Vivienda VIS y NO VIS*. Bogotá.
- DANE. (18 de Febrero de 2020). *Vivienda VIS y NO VIS*. Obtenido de Información IV trimestre 2019: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/vivienda-vis-y-no-vis>
- Departamento de Asistencia Médico Social Universitario DAMSU. (14 de 12 de 2016). *Efectos del aire acondicionado sobre la salud*. Obtenido de [www.damsu.uncuyo.edu.co](http://www.damsu.uncuyo.edu.co): <http://www.damsu.uncuyo.edu.ar/efectos-del-aire-acondicionado-sobre-la-salud>
- Dinero. (Febrero de 2018). La construcción en Bogotá espera recuperación para el 2019.
- Duarte, J. (2019). *Entrevista*. Bogotá: Anjema Diseño y Construcción S.A.S.
- Duarte, J. (2019). *Entrevista*. Bogotá: Anjema Diseño y Construcción S.A.S.
- Duarte, J. (s.f.). Entrevista para determinar si el cliente está dispuesto a comprar el producto.
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Inercia>
- Empresas medianas y grandes del sector de la construcción que desarrollan proyectos en las ciudades de Barranquilla y Cartagena. (19 de Noviembre de 2019). Encuesta realizada a clientes potenciales del producto.
- Empresas medianas y grandes del sector de la construcción que desarrollan proyectos en las ciudades de Barranquilla, Medellín y Cali. (19 de Noviembre de 2019). Encuesta realizada a clientes potenciales del producto.
- Energía, G. (2019). *¿Que es la Geotermia?* España.
- Espinel, C., & Romero, F. (2013). *Plan de negocio empresa aire acondicionado y ventilación mecánica Cooler Ingeniería*. (U. EAN, Ed.) Obtenido de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/5104/EspinelChristian2013.pdf>
- Expoacaire. (22 de Noviembre de 2019). *Observación de campo sitio web Expoaire Bogotá 2020 Climatización y refrigeración comercial e industrial*. Obtenido de <https://acaire.org/expoacaire/>
- FERROTERM. (s.f.). *Sistema de geotermia FERROTERM*. Recuperado el 2020 de Febrero de 27, de

- [http://www.ferrosystems.com/opencms/export/sites/ferrosystems/galeria\\_descarga/productos/10geotermia/Cat\\_Tec\\_Sistema\\_Geotermia\\_FERROTERM.pdf](http://www.ferrosystems.com/opencms/export/sites/ferrosystems/galeria_descarga/productos/10geotermia/Cat_Tec_Sistema_Geotermia_FERROTERM.pdf)
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid. (2014). *Guía sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en la climatización de edificios*. Madrid: Gráficas Arias Montano S.A.
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid. (2014). *Guía sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en la climatización de edificios*. Madrid. Obtenido de <http://www.fenercom.com/>
- Fundación Endesa. (2019). *fundacionendesa.org*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-que-es-la-energia>
- Geotabs. (20 de Noviembre de 2019). *Observación de campo sitio web empresa Geotabs*. Obtenido de Sobre canales de distribución de los Sistemas de Climatización termoactivos: <http://www.hybridgeotabs.eu/>
- Geotermia vertical instalaciones. (s.f.). *Coeficiente COP y EER*. Obtenido de <https://www.geotermiavertical.es/coeficiente-cop-eer/>
- Glosarios Alicante. (26 de 08 de 2018). *glosarios.servidor-alicante.com*. Obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/fisica/compresion>
- Guillermo Llopis, V. R. (2008). *Guía de Energía Geotérmica*. Madrid.
- Ingeoexpert. (8 de 06 de 2018). *Ingeoexpert.com*. Obtenido de <https://ingeoexpert.com/blog/2018/06/08/que-es-la-geotermia/>
- Ingeosolum. (13 de Noviembre de 2011). *Medición de la temperatura del terreno para la explotación de la energía geotérmica superficial - aplicación a cimentaciones activas en climatización*. Recuperado el 27 de 02 de 2020, de <http://ingeosolum.blogspot.com/2011/11/medicion-de-la-temperatura-del-terreno.html>
- Innpulsa Colombia. (01 de Enero de 2019). *Innpulsa Colombia*. Obtenido de Convocatorias: <https://innpulsacolombia.com/convocatorias/este-instrumento-tiene-por-objeto-seleccionar-hasta-cinco-5-empresas-que-presenten>
- Instituto de Desarrollo Urbano IDU. (2017). *Estudio económico del sector de la Construcción*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE. (2011). *Evaluación del potencial de energía geotérmica. Estudio Técnico. PER 2011-2020*. Madrid.
- Krarti, M. (2015). *Thermoactive Foundations for Sustainable Buildings*. Momentum Press. Obtenido de <https://ezproxy.unicolmayor.edu.co:2141>
- La Opinión. (Mayo de 2018). Sector de la Construcción necesita un mejor entorno para repuntar.
- La Opinión. (Junio de 2019). ¿Qué está pasando con la Construcción en Colombia? *El Espectador*.
- La República. (Julio de 2017). Innovación en la construcción, una obligación.
- La República. (Febrero de 2018). Antes de 2023 estarán listos 75 proyectos de oficinas y bodegas en tres ciudades principales. Obtenido de

- <https://www.larepublica.co/empresas/antes-de-2023-estaran-listos-75-proyectos-de-oficinas-y-bodegas-en-tres-ciudades-2601482>
- Lonja de Propiedad Raíz de Cali y Valle del Cauca. (s.f.). <https://www.lonjacali.org/>. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <https://www.lonjacali.org/>
- Lonja de Propiedad Raíz de Medellín. (s.f.). <https://www.lonja.org.co/>. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <https://www.lonja.org.co/>
- López, C. S. (6 de diciembre de 2017). *Nuevo canal de distribución para insumos de la construcción*. (F. B. S.A.S., Editor) Obtenido de Ingeniera de Diseño y Soporte Técnico: <https://blog.academia.com/nuevo-canal-de-distribucion-para-insumos->
- Madimack. (s.f.). *Thermally Active Building Systems (TABS)*. . Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de Observación de campo : <https://www.madimack.com.au/thermally-active-building-systems>
- MAZARIEGOS, A., CANTON , L., VALLE, R., URCHUEGUIA, J., QUILIS, S., & MARTINEZ , S. (2009). *Proceso constructivo y caracterización térmica - Pilotes y pantallas termoactivas*.
- Mendoza, N. R. (Septiembre de 2019). *El Heraldo*. Obtenido de Acaires: De 10 edificaciones en el país, 9 tienen el síndrome del edificio enfermo: <https://www.elheraldo.co/economia/acaires-de-10-edificaciones-en-el-pais-9-tienen-el-sindrome-del-edificio-enfermo-662510>
- Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Mayo de 2014). *Panorama ambiental y energético del uso de aire acondicionado en edificaciones*. Obtenido de Boletín Ozono No. 35 : [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines\\_de\\_Ozono](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines_de_Ozono)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Panorama ambiental y energético del uso de aire acondicionado en edificaciones*. Bogotá. Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines\\_de\\_Ozono/boletin\\_ozono\\_35.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Boletines_de_Ozono/boletin_ozono_35.pdf)
- Ministerio de vivienda. (2015). *Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios*.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2015). *Resolución 0549 de 2015*. Bogotá.
- Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio. (2015). *Resolución 549 de 10 de julio de 2015*. Obtenido de [http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_63291081b5e44e29bcb5840a9ec99702](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_63291081b5e44e29bcb5840a9ec99702)
- OVACEN. (s.f.). *Cómo afecta el aire acondicionado en la salud; 10 Efectos negativos y peligrosos*. Obtenido de <https://ovacen.com/aire-acondicionado-salud/>
- Perez, D., & Perez Martinez de Ubago, I. (2006). *La Comunicación con el Mercado - Los Medios de Comunicación y otros Factores* . Escuela de Negocios, Madrid.
- Pintuco. (Abril de 2019). *Perspectivas económicas 2019 para el sector de la construcción*. Obtenido de <https://www.pintuco.com.co/noticias/perspectivas-economicas-2019-para-el-sector-de-la-construccion>
- Planeta Ahorro. (s.f.). Qué se entiende por Climatización. *Planeta Ahorro*. Obtenido de <http://climatizacion10.com/planeta-ahorro/que-se-entiende-por-climatizacion.html>

- Prestan, C. (2017). *Sector industrial en Colombia – Sub sector Construcción*. Gestipolis. Pymes y Autónomos. (20 de Mayo de 2016). *Función de la forma y el medio de pago en los contratos*. Obtenido de <https://www.pymesyautonomos.com/management/funcion-de-la-forma-y-el-medio-de-pago-en-los-contratos>
- Ramírez, A. (2018). *La construcción Sostenible*. España.
- Rehau. (20 de Noviembre de 2019). *Observación de campo sitio web empresa Rehau sobre materiales para los sistemas de climatización termoactivos*. Obtenido de <https://www.rehau.com/co-es/construccion/energias-renovables/geotermia/sonda-geotermica-raugeo-pe100-y-pe-rc>
- REHAU. (s.f.). *Sistemas Raugeo*. Obtenido de Innovación y ahorro en calefacción y refrescamiento con geotermia : <https://www.rehau.com/download/711124/gama-de-productos-raugeo-2012.pdf>
- Revista Dinero. (16 de Septiembre de 2016). Aire acondicionado, un negocio de US\$500 millones. *Revista Dinero*. Obtenido de <https://www.dinero.com/empresas/articulo/negocio-de-aire-acondicionado-en-colombia/232018>
- Revista Dinero. (27 de Abril de 2018). *Medios digitales superan a radio en inversión publicitaria en Colombia. La inversión en medios digitales en Colombia fue de \$600.330 millones durante el 2017*. Obtenido de <https://www.dinero.com/empresas/articulo/asi-fue-la-inversion-publicitari>
- Revista en Obra. (2018). ¿Como esta el mercado de ofinas en Colombia? *Revista en Obra*. Obtenido de <https://en-obra.com/noticias/esta-mercado-oficinas-en-colombia-2/>
- Revista en Obra. (2018). Claves para entender la innovación en el sector constructor. *Revista en Obra*.
- Rodrigo A. Gómez M. (2011). *Análisis del transporte y distribución de materiales de construcción utilizando simulación discreta en 3D*. Universidad Nacional de Colombia, Grupo de Investigación Modelamiento de la Gestión de Operaciones (GIMGO), Bogotá. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/29292/39405>
- Rodriguez, H. (19 de Noviembre de 2009). Caracterización del consumo de energía final en los sectores terciario, grandes establecimientos comerciales, centros comerciales. Bogotá D.C.
- Rodriguez, N. M. (2014). *Zonificación geotécnica de los suelos en Barranquilla*. . Barranquilla.
- SENA. (06 de Septiembre de 2019). *Fondo emprender*. Obtenido de Fondo emprender SENA: <http://www.fondoemprender.com/SitePages/FondoEmprenderConv722020.aspx>
- Solimec. (20 de Noviembre de 2019). *Observación de campo sitio web empresa Soilmec sobre comercialización de bombas de calor*. Obtenido de <https://www.soilmeccolombia.com/energia-geotermica>
- Superintendencia de Sociedades. (2018). *Informe Desempeño del sector construcción edificaciones*. Bogotá. Obtenido de

- [https://www.supersociedades.gov.co/delegatura\\_aec/estudios\\_financieros/Documents/Sectores%20Econ%C3%B3micos/ESTUDIO\\_CONSTRUCCION\\_EDIFICACIONES.pdf](https://www.supersociedades.gov.co/delegatura_aec/estudios_financieros/Documents/Sectores%20Econ%C3%B3micos/ESTUDIO_CONSTRUCCION_EDIFICACIONES.pdf)
- Técnica industrial. (Marzo de 2015). *Climatización innovadora y sostenible*. Obtenido de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-6256-climatizacion-innovadora-sostenible.aspx>
- TecnoVerde. (2019). *¿Que es y como funciona una Bomba de Calor?* TecnoVerde.
- Thermia. (s.f.). *Observación de campo sitio web empresa Thermia sobre garantía del producto*. . Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <https://thermia.com/large-buildings/properties-owners/>
- Topoequipos S.A. (s.f.). *Topoequipos Terminología*. Obtenido de <http://www.topoequipos.com/dem/qu-es/terminologa/que-es-topografa>
- TRILLO, G. L. (s.f.). *Guía de la Energía Geotérmica*. Madrid: Comunidad de Madrid.
- Universidad Nacional de Colombia. (Abril de 2 de 2007). *“Caracterización del Consumo de Energía Final en el Sector Terciario, grandes establecimientos comerciales, centros comerciales*. Facultad de ciencias, Bogotá D.C.
- Uponor. (20 de Noviembre de 2019). *Observación de campo sitio web empresa Uponor sobre canales de distribución de los Sistemas de Climatización termoactivos*. . Obtenido de <https://www.uponor.hr/usluge-i-podr%C5%A1ka/locirajte-distributera>
- Valencia, G. E. (2014). *Lanzamiento de un nuevo producto*. Universidad Cardenal Herrera CEU, Facultad de Derecho, empresa y ciencias políticas, Valencia.
- VAYREMEX. (s.f.). *Válvula reguladora y reductora de presión*. Obtenido de <http://www.trevisa.com.mx/100+pdf/PDF2valvulas/Seguridad%20y%20Alivio.pdf>
- Vent Thermal. (s.f.). *Garantía del producto “Soluciones de construcción térmica”*. . Recuperado el 16 de Noviembre de 2019, de Observación de campo: <https://www.nventthermal.com/support/warranty/index.aspx?seg=commercial>
- Wika. (s.f.). <https://www.wika.co/>. Obtenido de <https://www.wika.co/>

## Apéndice

### 1. Apéndice 1. Cronograma listado de actividades

ACTIVIDADES	TAREAS	DESCRIPCIÓN	TIEMPO PREVISTO
Identificación y definición del problema	Realizar árbol de problemas	Desarrollar árbol de problemas, identificando las causas, subcausas y consecuencias de la problemática	1 día
	Realizar árbol de objetivos	Desarrollar árbol de objetivos con base al anterior árbol de problemas	1 día
Hacer investigaciones sobre alternativas innovadoras de sistemas de climatización	Consulta de fuentes bibliográficas	Búsqueda bibliográfica en fuentes de información secundaria	2 días
	Análisis de los datos	Análisis de la información consultada	2 días
	Selección de alternativas	Selección de las alternativas aplicables para la ciudad de Barranquilla y edificaciones de uso empresarial.	2 días
Desarrollar una alternativa de sistema de climatización sostenible.	Buscar referencias de alternativas	Buscar referencias de los sistemas de climatización sostenibles más implementados a nivel mundial.	2 días
	Comparación de datos	Comparar las alternativas encontradas buscando la más adecuada al entorno donde se va a aplicar.	1 día
	Seleccionar la alternativa a desarrollar	Determinar la alternativa más adecuada para el proyecto a desarrollar	1 día
Definir idea empresarial	Nombre de la empresa	Establecer el nombre de la empresa	2 días
	Actividad de la empresa	Determinar el sector productivo de la empresa	2 días
	Misión y visión	Redactar la misión y visión de la empresa	2 días
	Objetivos empresa	Definir los objetivos del proyecto de empresa	2 días
	Razón social y logo	Diseñar el logo empresarial y redactar la razón social	2 días
	Promotores	Describir el rol de los promotores de la empresa	2 días
	Localización	Definir la ubicación de la empresa	2 días

	Estructura organizacional	Definir la estructura organizacional de la empresa a través del organigrama	2 días
	Tipo de sociedad	Determinar el tipo de sociedad a constituir	2 días
Análisis del sector	Estudio del entorno	Investigas en informes y diferentes fuentes bibliográficas sobre las condiciones sociodemográficas, culturales, económicas, políticas, legales y tecnológicas del entorno.	3 días
	Análisis de la información recolectada	Identificar en las fuentes consultadas el desarrollo tecnológico e industrial del sector y los mercados objetivos.	1 día
Análisis del mercado	Seleccionar el mercado objetivo	Del anterior análisis, seleccionar el mercado objetivo más indicado	3 días
	Mercado potencial	Investigar y estimar el mercado potencial del mercado objetivo	3 días
	Nicho de mercado	Estimar el nicho de mercado de acuerdo con el anterior mercado potencial estimado	4 días
Análisis del consumidor / cliente	Perfil del consumidor	Definir el perfil del consumidor acorde al nicho de mercado	1 día
	Identificar la aceptación del producto	Identificar aquellos elementos que influyen en la compra y aceptación del producto o servicio.	1 día
	Investigar las tendencias de consumo	Investigar sobre las tendencias de consumo del producto o similares.	1 día
Análisis de la competencia.	Identificar a los competidores	Identificar si existen competidores actuales o potenciales del mismo producto en el país.	1 día
	Investigar las empresas competidoras	Investigar sobre las empresas competidoras identificadas.	1 día
	Analizar productos sustitutos	Analizar los productos sustitutos que pueden considerarse como competencia	1 día
	Analizar precios de venta	Analizar los precios de venta de la competencia.	1 día
	Estudio de la imagen de la competencia ante los clientes.	Identificar la imagen del producto ante los clientes por parte de los clientes.	1 día

Descripción del producto	Concepto General del producto	Definición del concepto del producto	3 días
	Determinar el impacto del producto según el contexto	Determinar el impacto tecnológico, social y ambiental del producto	3 días
	Potencial innovador	Identificar el potencial innovador del producto	3 días
Justificación	Definir las razones para desarrollar el producto	Definir las premisas y razones por las cuales se propone el producto de acuerdo con la situación actual y situación que se desea	1 día
	Describir las necesidades que satisface	Identificar las necesidades que satisface el desarrollo del producto	1 día
	Impacto ambiental	Determinar el impacto ambiental que tendría el desarrollo del producto	1 día
Definir objetivos	Definir el objetivo general	Definir el objetivo general	1 día
	Definir los objetivos específicos	Definir los objetivos específicos	1 día
Metodología	Definir el alcance del proyecto	Determinar el alcance del proyecto	1 día
	Establecer los procedimientos, técnicas e instrumentos	Establecer los procedimientos, técnicas e instrumentos para desarrollar la investigación	1 día
	Definir la población y muestra	Determinar la población que se utilizará en la investigación y la muestra para la recolección de los datos	1 día
Marco referencial	Describir temas relacionados	Detallar referencias sobre temas relacionados al proyecto a desarrollar	15 días
Ficha técnica del producto	Elementos y componentes	Establecer los elementos y componentes del producto	1 día
	Especificaciones técnicas del producto	Determinar las especificaciones técnicas del producto.	2 días
	Características del producto	Definir las características mecánicas, físicas y/o químicas del producto	4 días
	Presentación del producto	Describir la presentación y partes del producto	2 días
	Ventajas comparativas	Comparar las ventajas del producto con los sistemas de climatización tradicionales	1 día
Proceso de producción	Identificación de actividades	Identificación de las actividades necesarias para el diseño, puesta en marcha y producción.	2 días

	Duración del ciclo productivo	Determinación del ciclo productivo	2 días
	Capacidad instalada	Establecer la capacidad instalada	2 días
	Proceso de control de calidad y Seguridad Industrial	Definir los procesos de control de calidad y seguridad industrial en el proyecto	2 días
	Puesta en obra	Identificar los elementos a tener en cuenta para la puesta en obra del proyecto	2 días
Necesidades y requerimientos	Materias primas e insumos requeridos, pruebas y ensayos	Identificar las materias primas, insumos, pruebas y ensayos requeridos	1 día
	Tecnología Equipos y maquinaria	Definir la tecnología, equipos y maquinaria necesarias para el proyecto	1 día
	Estudio de caso, Prototipo, secuencia de uso.	Investigar y definir el estudio de caso para desarrollar el prototipo del proyecto	2 días
Costos	Precios unitarios	Establecer los precios unitarios del proyecto	5 días
	Costos globales de producción	Calcular los costos globales de producción del proyecto	5 días
	Valor comercial del producto	Definir el valor comercial del producto	5 días
Estrategia de producto	Nombre del producto	Determinar el nombre del producto y la marca comercial	2 días
	Garantía y servicio de postventa	Establecer las condiciones de garantía y servicio de postventa	2 días
	Mecanismos de atención a clientes.	Definir los mecanismos de atención a clientes.	3 días
Estrategia de precio	Definición de lista de los precios de venta del producto	Definir la lista de precios de venta del producto	3 días
	Impuesto de ventas - Descuentos	Identificar los impuestos de ventas, y definir los descuentos para la venta del producto	3 días
	Condiciones de pago Condiciones de crédito.	Definir las condiciones de pago del producto y crédito para los clientes	2 días
	Seguros necesarios. Impuesto a las ventas.	Investigar sobre los seguros necesarios para el desarrollo del proyecto	1 día
	Costos de transporte.	Investigar sobre los costos de transporte de los materiales e insumos del proyecto	1 día

Estrategia de promoción y comunicación	Definir estrategias	Determinar las estrategias para dar a conocer el producto en el mercado	4 días
	Costos de publicidad	Establecer los costos de publicidad para promover el producto	3 días
Estrategia de distribución	Cobertura del producto	Definir la capacidad de atención de pedidos del producto	2 días
	Canales de distribución.	Establecer las alternativas de penetración en el mercado.	2 días
	Cobertura logística	Determinar las alternativas de comercialización del producto	3 días
Plan de compras	Identificación de proveedores	Identificar los proveedores para el desarrollo del producto	5 días
	Planeación de compras	Consolidar el plan de compras para el producto	7 días
Inversiones	Condiciones económicas	Analizar las condiciones económicas para realizar el análisis financiero.	1 día
	Necesidades de capital	Determinar las necesidades de capital para desarrollar el producto y la idea de empresa	3 días
	Inversión inicial	Establecer la inversión inicial para la idea de negocio	3 días
	Costos administrativos	Definir los costos administrativos	3 días
	Costos de Producción	Definir los costos de producción	3 días
	Costos de ventas	Definir los costos de ventas	3 días
Cronograma de inversiones y financiación	Fuentes de financiación	Investigar y determinar las fuentes de financiación para el desarrollo de la idea de negocio	5 días
Presupuestos	Flujo de caja	Calcular el flujo de caja del producto	4 días
	Balance general	Calcular el balance general	4 días
	Estado de ganancias o pérdidas.	Analizar el estado de ganancias o pérdidas según el balance general	4 días
	TIR, VPN, punto de equilibrio y periodo de recuperación	Calcular la tasa interna de retomo TIR, el valor presente neto VPN, punto de equilibrio y período de recuperación de la inversión.	6 días

	Situaciones que puedan afectar al proyecto.	Identificar las situaciones adversas que puedan afectar al proyecto.	4 días
Presentación final	Prototipo	Desarrollo del prototipo	35 días
	Presentación final	Realizar la presentación en medios digitales para sustentar el proyecto	5 días
	Documento plan empresa	Culminar el documento plan empresa desarrollado durante el proceso	15 días
	Diseño corporativo	Implementar la imagen corporativa de la empresa en la presentación final	3 días

Ilustración 189. Cronograma listado de actividades. Fuente propia







Cierre	Desarrollar un prototipo de climatización para las edificaciones de uso empresarial con un circuito de tuberías en el sistema estructural demostrando el aprovechamiento de la energía geotérmica a través de la circulación del agua.	Presentación final	Karen Ospina - Angelica Téllez	15/03/2020	12/05/2020	58	Análisis de fuentes de financiación												
--------	--	--------------------	--------------------------------	------------	------------	----	-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ilustración 190. Cronograma del proyecto. Fuente propia

### **Herramientas de investigación aplicada**

Las herramientas para el desarrollo del prototipo en la presente investigación fue básicamente el software Design Builder, que como se mencionó anteriormente, fue requerido para el cálculo de las cargas térmicas del proyecto, estimación de los valores necesarios para garantizar confort térmico y simulación de forma integral del sistema de climatización.

Permitió realizar la estimación de las cargas térmicas distribuyéndola en todos los equipos de emisión de la climatización, teniendo en cuenta materiales de los elementos constructivos de la edificación, condiciones de la zonificación climática y horarios de operatividad.

De igual manera, para la renderización del proyecto se utilizó AutoCAD, donde fue posible representar visualmente el funcionamiento del sistema aplicado al proyecto y su respectiva distribución en los 30 pilotes.

### **Creación de la empresa**

Para la creación de la empresa COLTABS S.A.S. se anexa el Formulario del Registro Único Empresarial y Social RUES de la Cámara de Comercio de Barranquilla; Red de Cámaras de Comercio Confecámaras.

Anexo 12. Formulario RUES COLTABS S.A.S.

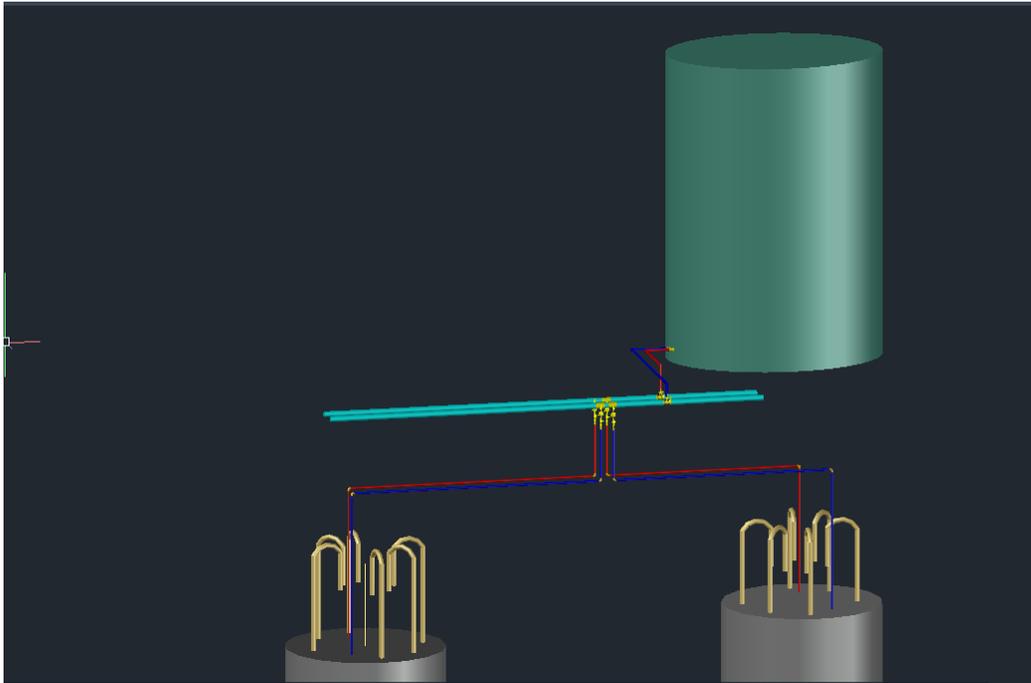
**Registro Fotográfico y/o prototipo a escala**

Ilustración 191. Render prototipo vista 1. Fuente propia.

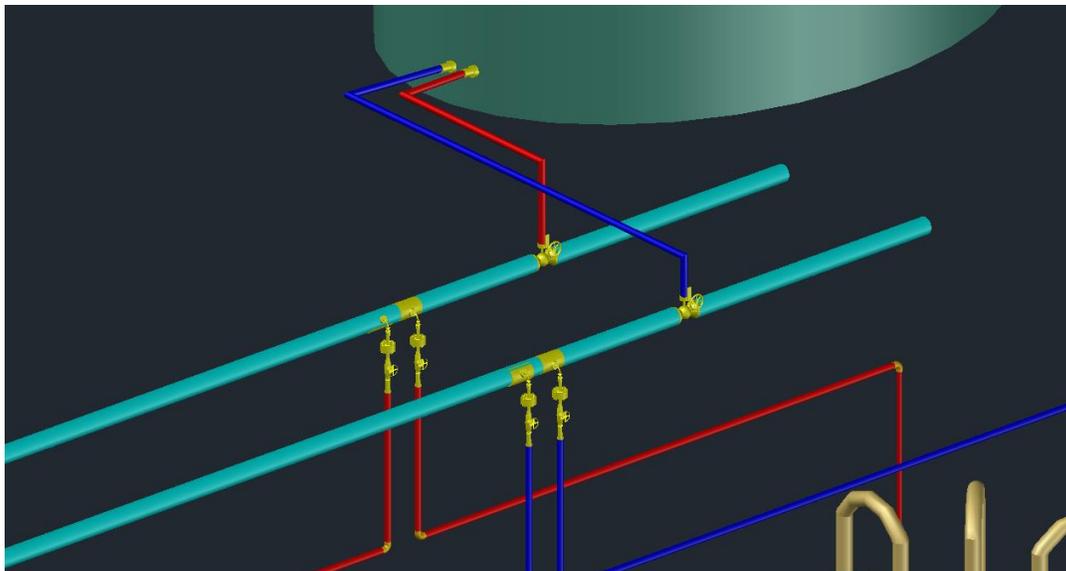


Ilustración 192. Render prototipo vista 2. Fuente propia.

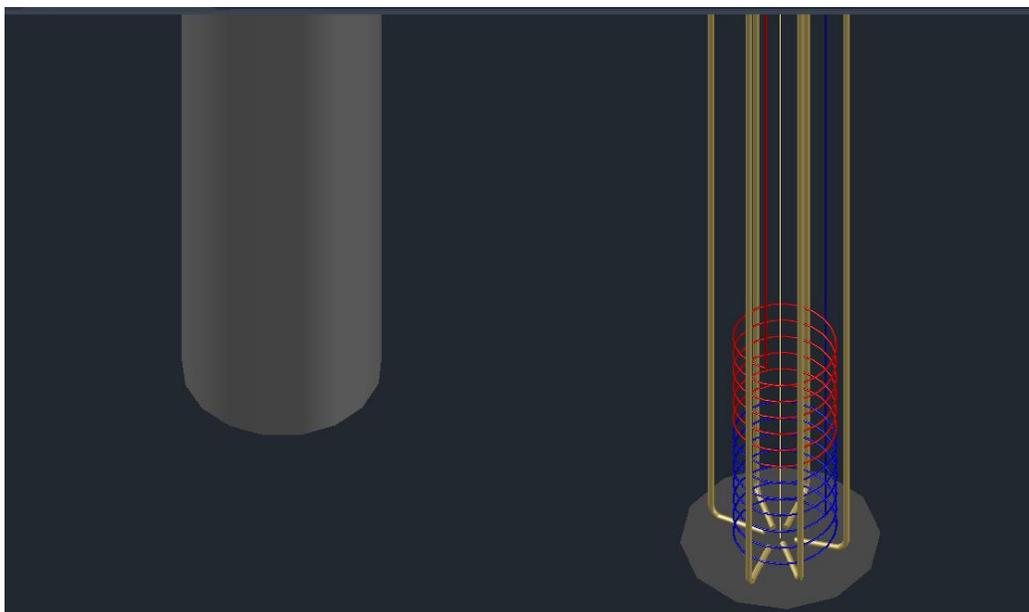


Ilustración 193. Render prototipo vista 3. Fuente propia.

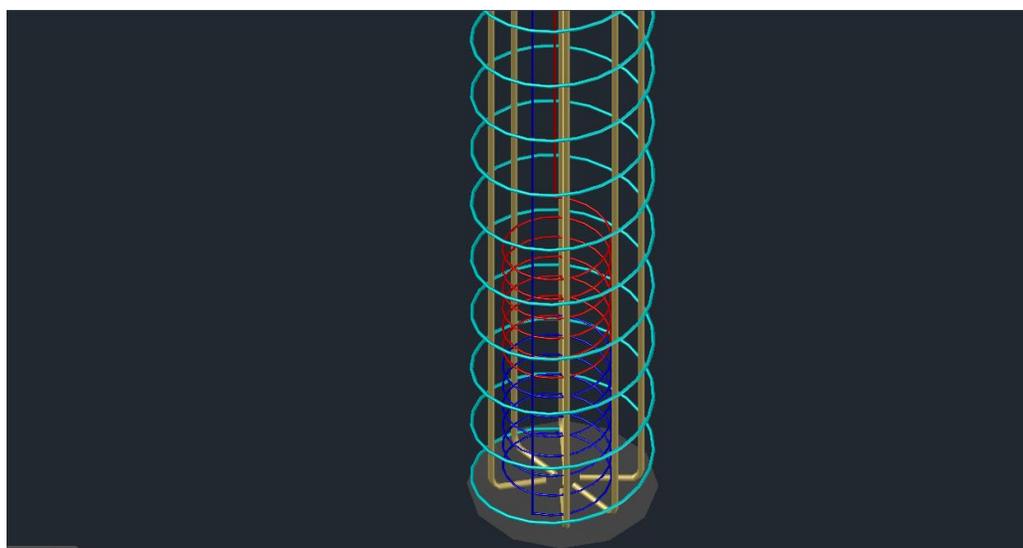


Ilustración 194. Render prototipo vista 4. Fuente propia.

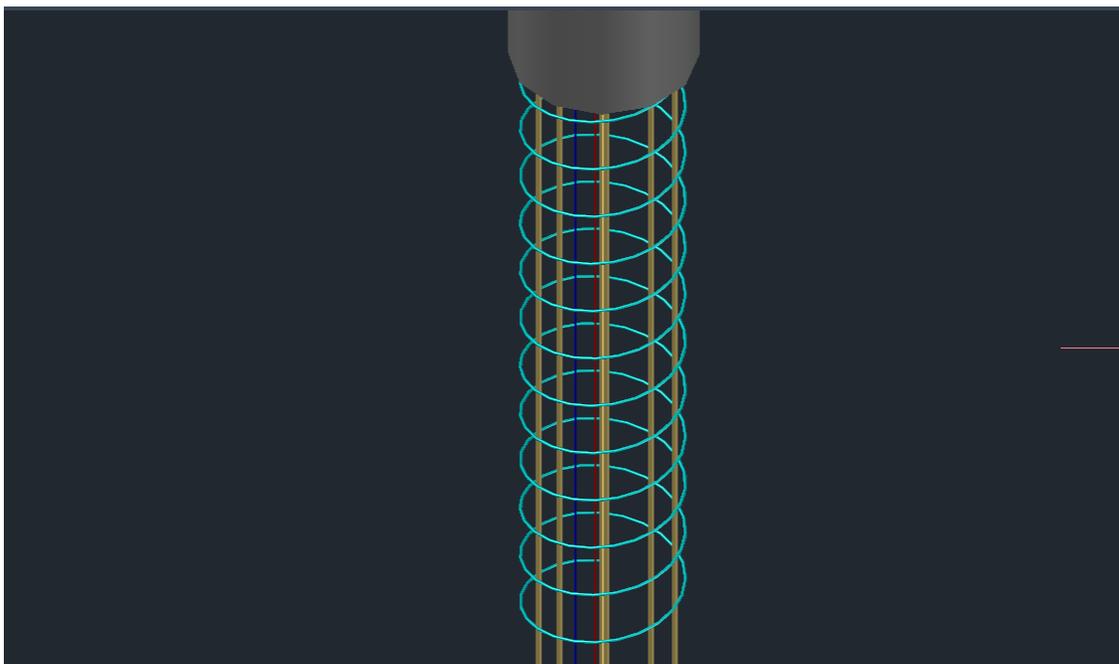


Ilustración 195. Render prototipo vista 5. Fuente propia.

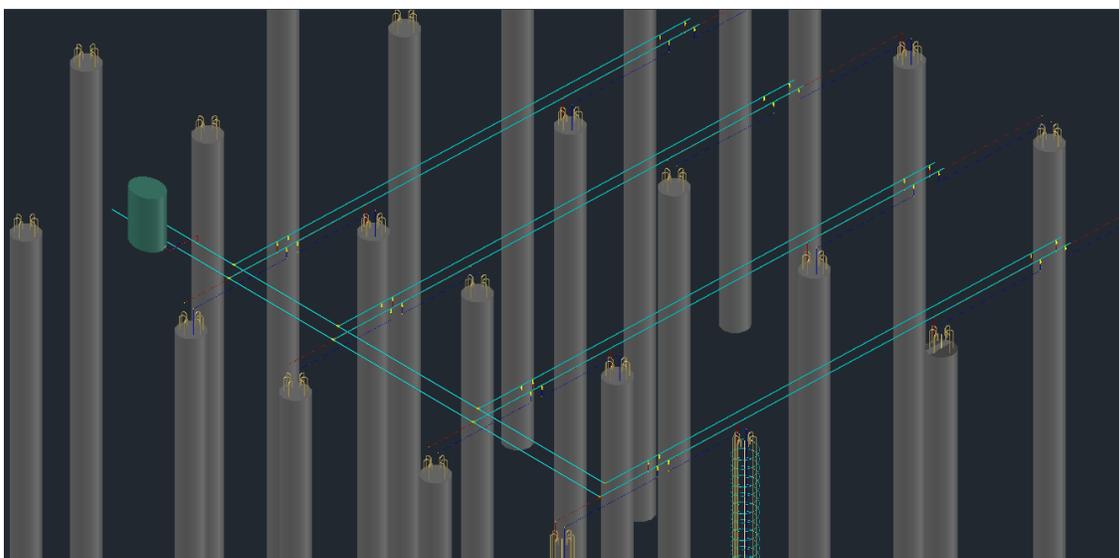


Ilustración 196. Render prototipo vista 6. Fuente propia.

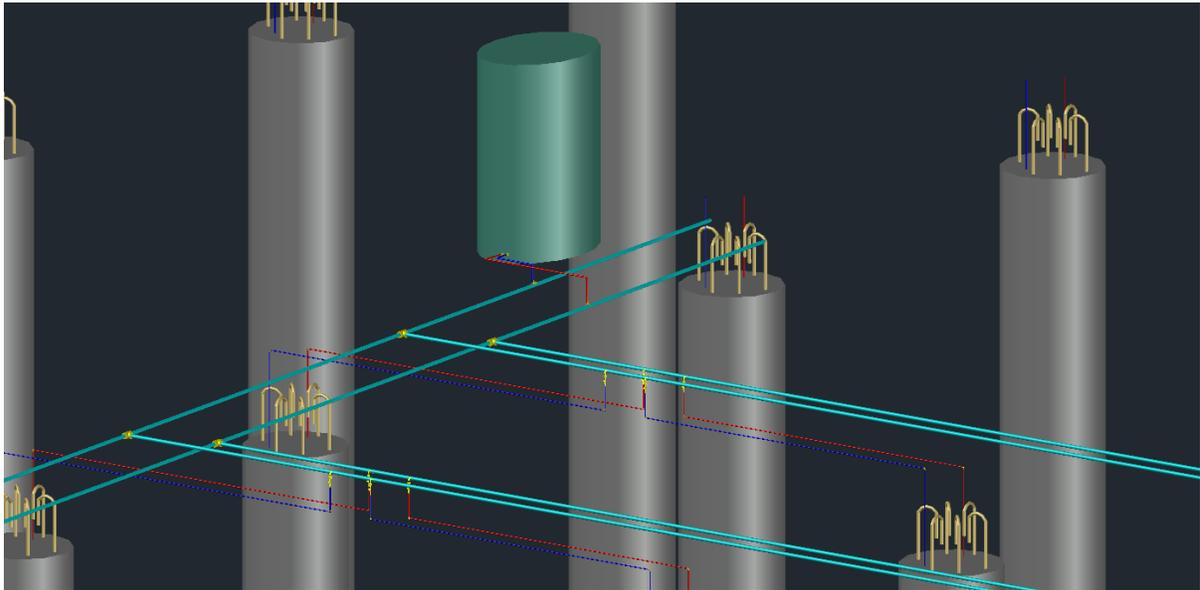


Ilustración 197. Render prototipo vista 2. Fuente propia.

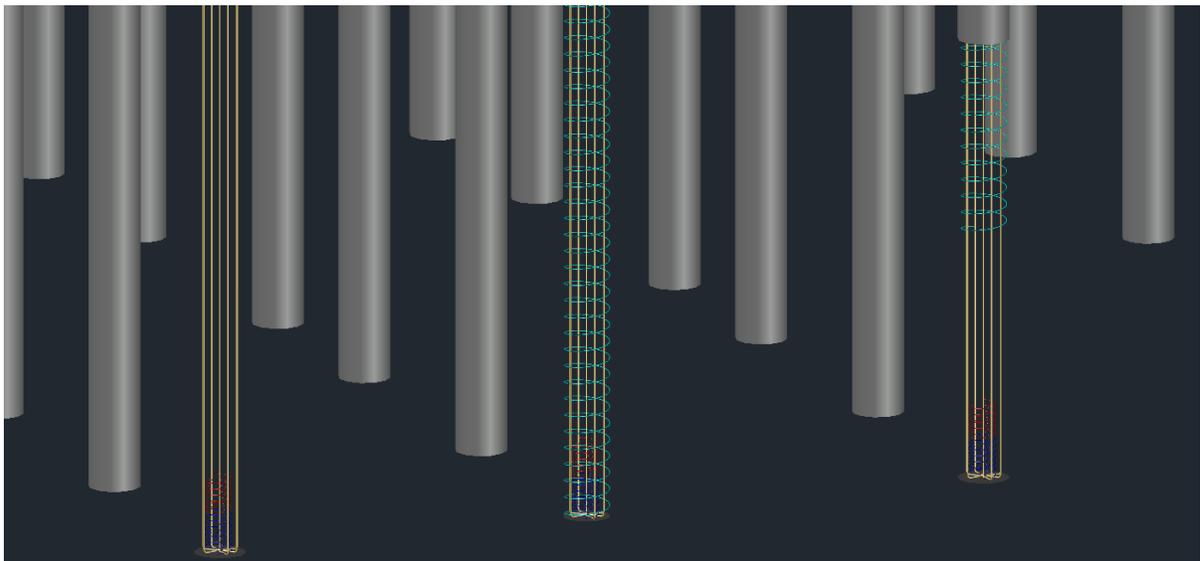


Ilustración 198. Render prototipo vista 2. Fuente propia.