

**ESTUDIO TÉCNICO Y DE INVERSIÓN PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE
AIRE ACONDICIONADO DEL CENTRO DE REUNIONES DE LA IGLESIA
CRISTIANA CUADRANGULAR CENTRAL, DEL MUNICIPIO DE
BARRANCABERMEJA, SANTANDER**

**DAVID ANDRÉS BETANCUR GÓMEZ
JOSÉ ÁNGEL VILLA ROBLES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2014

**ESTUDIO TÉCNICO Y DE INVERSIÓN PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE
AIRE ACONDICIONADO DEL CENTRO DE REUNIONES DE LA IGLESIA
CRISTIANA CUADRANGULAR CENTRAL, DEL MUNICIPIO DE
BARRANCABERMEJA, SANTANDER**

**DAVID ANDRÉS BETANCUR GÓMEZ
JOSÉ ÁNGEL VILLA ROBLES**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS**

**DIRECTOR DE MONOGRAFÍA
Ing. ÁLVARO BERNALTOLOZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2014

Ofrezco este logro a Dios, quien me ha dado el entendimiento, la fortaleza y la tranquilidad para discernir el conocimiento recibido durante esta etapa de aprendizaje y permanecer firme para afrontar cada reto con entusiasmo.

A mi familia, en especial a mi esposa Marcela y mis padres Gloria y Fernando, quienes siempre me han apoyado con su amor y cariño.

A mis amigos que con su amistad me han brindado lo mejor de si para seguir adelante con alegría.

DAVID ANDRÉS BETANCUR GÓMEZ

Doy gracias a Dios por la oportunidad que me dio de culminar esta etapa de aprendizaje y darme la sabiduría necesaria para cumplir con los requerimientos del programa.

A mi esposa DINA LUZ, a mis hijos ANGEL y SUSAM, quienes me entendieron por los momentos que no pude compartir con ellos.

A mis amigos y compañeros de estudio quienes me ayudaron a crecer y aprender de lo positivo de cada uno de ellos.

JOSE ANGEL VILLA ROBLES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2. JUSTIFICACIÓN.....	20
3. OBJETIVOS.....	21
3.1. OBJETIVO GENERAL	21
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4. ESTUDIO DEL ENTORNO	22
4.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO EN GENERAL O MACROENTORNO	22
4.1.1. Dimensión tecnológica	22
4.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO ESPECÍFICO O MICROENTORNO.....	25
4.2.1. Análisis del sector – Clasificación del sector. Teniendo.....	25
5. ESTUDIO TÉCNICO O DE INGENIERÍA	28
5.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	28
5.2. TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	29
5.3. TECNOLOGÍAS	32
5.3.1. Planteamiento de alternativas.....	33
5.3.1.1. Alternativa 1. Sistema de aire acondicionado tipo Split:.....	34
5.3.1.2. Alternativa No. 2. Sistema de aire acondicionado refrigerante variable SVR	35
5.3.1.3. Alternativa 3: Sistema de aire refrigerante variable con recuperador de energía.....	36
5.4. ANÁLISIS TÉCNICO DE ALTERNATIVAS	37

5.5. OBRAS FÍSICAS – DATOS DEL ESTUDIO TÉCNICO	39
5.5.1. Fase de estudios y diseños.....	39
5.5.2. Fase de construcción y montaje de equipos.....	41
5.5.2.1.Obra civil	42
5.5.2.2. Montaje de equipos.....	42
5.5.3. Fase de operación.	47
5.5.3.1. Estimación de costos de la fase de operación	48
6. PROGRAMACIÓN Y CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	52
7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES	55
7.1. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	55
7.2. ASPECTOS LEGALES	58
8. ASPECTOS AMBIENTALES	60
8.1. CALIDAD DEL AIRE	60
8.2. EMISIÓN DE RUIDO	60
8.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	61
9. EVALUACIÓN FINANCIERA	63
9.1. CONDICIONES GENERALES.....	63
9.2. ALTERNATIVA No.1	64
9.3. ALTERNATIVA No.2	65
9.4. ALTERNATIVA No.3.....	66
10. CONCLUSIONES	67
11. RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFIA.....	71

ANEXOS.....73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tecnologías convencionales vs tecnología Inverter.	25
Tabla 2- Condiciones de temperatura y humedad relativa.	31
Tabla 3. Dimensiones principales del recinto.	31
Tabla 4. Características de los elementos más relevantes de la estructura.	32
Tabla 5. Equipos eléctricos principales	32
Tabla 6. Eficiencia por consumo de energía	38
Tabla 7. Eficiencia por potencia	38
Tabla 8. Ventaja en el montaje de los equipos	38
Tabla 9. Análisis técnico de alternativas.	38
Tabla 10. Costos de la fase de diseño.	41
Tabla 11. Costos de la fase de construcción y montaje de equipos – Alternativa 1	45
Tabla 12. Costos de la fase de construcción y montaje de equipos – Alternativa 2.	46
Tabla 13. Costos de la fase de construcción y montaje de equipos – Alternativa 3.	47
Tabla 14. Costos de la fase de operación – Alternativa 1.	49
Tabla 15. Costos de la fase de operación – Alternativa 2.	50
Tabla 16. Costos de la fase de operación – Alternativa 3.	51
Tabla 17. Rangos de calificación y criterios de la importancia del impacto ambiental.	62

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo del sistema convencional - Sistema Inverter	23
Figura 2. Comparación de tecnología Inverter vs tecnología tradicional.	24
Figura 3. Macrolocalización y microlocalización del proyecto.	28
Figura 4. Planta - Nivel 1.	29
Figura 5. Planta - Nivel 2	30
Figura 6. Corte - Niveles 1 y 2.	30
Figura 7. Panorámica del recinto para refrigerar.	33
Figura 8. Modelo del sistema tipo Split.	35
Figura 9. Modelo del sistema tipo refrigerante variable.	36
Figura 10. Sistema propuesto con recuperador de energía.	37
Figura 11. Cronograma del proyecto.	54
Figura 12. Esquema de trabajo de la fase de diseño.	56
Figura 13. Esquema administrativo de la fase de construcción.	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cuadros y gráficas de flujo de caja de alternativas.	74
Anexo B. Matriz para evaluación de impactos ambientales para la comparación de alternativas por el método EPM.	80

GLOSARIO

Aire de extracción: Aire, normalmente viciado, que se expulsa al exterior.

Aire de recirculación: Aire de retorno que se vuelve a introducir en los espacios acondicionados.

Aire de retorno: Aire procedente de los espacios acondicionados. El aire de retorno estará constituido por el aire de recirculación y, eventualmente, por el aire de expulsión.

Aire exterior: Aire del ambiente exterior que se introduce en el circuito de climatización.

BTU (*British Thermal Unit*): Es la cantidad de calor para elevar en un grado Fahrenheit una libra de agua (de 59°F a 60°F). Equivalencias: $-3.967 \text{ BTU} = 1 \text{ Caloría} = 4 \text{ BTU}$.

Climatización: Proceso de tratamiento de aire que se efectúa a lo largo de todo el año, para controlar en los espacios interiores temperatura, humedad, pureza y velocidad del aire.

Confort térmico: Es la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico.¹

¹ TRUJILLO VERA Diego Alejandro Sistemas de Refrigeración y Aires Acondicionados [en Línea] Disponible en. <http://www.si3ea.gov.co/eure/6/inicio.html>

Overhaul: Es la ejecución del mantenimiento mayor sobre el equipo, luego de un estimado de horas de operación de la máquina.

Refrigeración: Proceso de tratamiento del aire que controla, al menos, la temperatura máxima de un local.

Tonelada de refrigeración: Es el calor que absorbe una tonelada de hielo al derretirse en 24 horas. Equivalencias: $-1\text{Ton} = 3025 \text{ Cal/h} = 3000 \text{ Cal/h}$.

RESUMEN

Título: ESTUDIO TÉCNICO Y DE INVERSIÓN PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL CENTRO DE REUNIONES DE LA IGLESIA CRISTIANA CUADRANGULAR CENTRAL, DEL MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER*

Autores: David Andrés Betancur Gómez, José Ángel Villa Robles**

Palabras clave:

Sistemas de refrigeración, Toneladas de refrigeración, Sistema convencional de refrigeración, Sistema de refrigeración tipo Inverter, Evaluación de alternativas, Eficiencia energética, Diseño, Construcción, Operación y mantenimiento.

DESCRIPCIÓN

En este estudio se lleva a cabo la evaluación de alternativas de las diferentes tecnologías en sistemas de refrigeración, con el fin de seleccionar la mejor alternativa para el montaje y puesta en marcha de un sistema de aire acondicionado para la Iglesia Cristiana Cuadrangular Central de Barrancabermeja.

Con el fin de seleccionar la mejor alternativa, se inicia en el capítulo cuatro con el estudio del entorno para establecer las tecnologías existentes en el mercado, que aplican a la necesidad del proyecto.

En el capítulo cinco se revisa cada una de las alternativas existentes, las cuales aplican a las condiciones físicas actuales de la ICCC. A su vez, se evalúan las alternativas y se selecciona la alternativa que se ajusta a las condiciones físicas y se revisa el tema de eficiencia energética para cada una de ellas. De acuerdo con la alternativa seleccionada, se estiman los costos por cada fase del proyecto, es decir: diseño, construcción, operación y mantenimiento.

En el capítulo 10 se realiza la evaluación financiera de cada alternativa, la cual permite identificar que la alternativa del sistema de refrigerante variable, más un recuperador, es la alternativa de menor impacto económico para el proyecto.

Este proyecto permitió determinar la alternativa más viable para las condiciones del lugar y que satisface los requerimientos de confort del cliente, mejorando la calidad de vida de las personas que asisten al lugar.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales – Especialización en evaluación y Gerencia de proyectos. Director: Ing. Álvaro Bernal Toloza.

SUMMARY

TITLE: Technical Assesment For The Purchase And Installation Investment Of An Air Conditioning System For The Central Foursquare Evangelical Church Facility Located In The Municipal City Of Barrancabermeja, Santander .

Authors: David Andrés Betancur Gómez , José Ángel Villa Robles**

Keywords:

Cooling systems, Refrigeration per tons, Conventional cooling system, Inverter type refrigeration systems, Alternative Evaluations, Electrical consumption efficiency, Design, Construction, Management and maintenance.

DESCRIPTION

The main purpose of this assessment was to evaluate several cooling system technologies alternatives with the intent to select the best alternative choice for building and operating an adequate cooling system for Barrancabermeja's Central Foursquare Evangelical Church.

In order to select the best alternative choice, chapter four begins with the study of the existing cooling systems in the market today that may be applicable to the special demands of the project.

Chapter five lists and reviews each of the existing alternatives that best suit the current conditions to the ICCC premises. All of the alternatives systems will be evaluated including best performance in energy efficiency in order to select one that not only meets the structural facility conditions but also provides the best results in power consumption. Once a cooling system alternative is chosen, a follow up estimate for each phase of the project will ensue, these include: Design, Construction, Operation and Maintenance.

In Chapter 10, a financial evaluation for each of the alternative cooling systems is performed in order to identify which variable cooling system alternative in addition to a recovery unit will provide the least economic disadvantage to the project.

This Project allowed us to determine the most viable cooling system alternative that met all of the conditions and requirements of comfort stated by the client thus improving the quality of life of the church goer.

* Degree work.

** Engineering Faculty, Mechanical Engineering, Industrial and Entrepenurial College – Especialization in Project Management and Evaluation. Director: Ing. Álvaro Bernal Toloza.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los equipos de aire acondicionado son los sistemas más utilizados para regular en los edificios las variaciones exteriores y condiciones del clima, debido a su alta capacidad para brindar confort durante el desarrollo de las actividades que realizan las personas.

La Iglesia Cristiana Cuadrangular Central –ICCC–, comunidad religiosa que se instauró en Colombia en el año 1943, con sede en la ciudad de Barrancabermeja, requiere del funcionamiento de un sistema de aire acondicionado que le permita mejorar las condiciones de comodidad a las personas vinculadas a esa comunidad, que asisten al recinto.

Debido a los altos costos de la consecución, montaje y puesta en marcha, y al alto consumo de energía de un sistema de aire acondicionado, mediante la presente monografía se ponen en práctica los conceptos y metodologías vistas; se evaluará un proyecto desde la óptica técnica y de inversión para el montaje de un sistema de aire acondicionado en el centro de reuniones de la Iglesia Cristiana Cuadrangular Central.

De acuerdo con lo anterior, la monografía está conformada por catorce (14) capítulos: los capítulos del uno al cuatro corresponden a las generalidades de la monografía; el quinto, al estudio del entorno; el sexto, al estudio técnico; el cuarto, a la evaluación financiera; el séptimo al cronograma de las actividades; y en el duodécimo y en el decimotercero se ofrecen las conclusiones y recomendaciones del estudio técnico y de inversión.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Esta Iglesia o centro de reuniones tiene un área construida, aproximada, de 1.100 m², con capacidad para albergar a 700 personas. Arquitectónicamente la distribución se encuentra dada en tres pisos: el primero y el segundo son áreas dedicadas a la congregación de los asistentes, y el tercero, dedicado a aulas para la enseñanza de niños y jóvenes que asisten al lugar.

La ciudad de Barrancabermeja presenta una temperatura que oscila entre 26°C y 32°C, y una humedad relativa de 72 % a 77 %, que hace necesaria la incorporación de sistemas de ventilación al recinto².

Actualmente, la Iglesia o centro de reuniones cuenta con un sistema de ventilación mecánico de aspas rotatorias, que ya cumplió su vida útil y no brinda condiciones mínimas de confort a la comunidad que allí asiste.

² ALCALDÍA DE BARRANCABERMEJA. [en línea] Disponible en:
<https://www.barrancabermeja.gov.co/institucional/Paginas/infomaciondelmunicipio.aspx>
http://www.barrancabermeja-santander.gov.co/alcaldia/index.php?option=com_content&view=article&id=448:datgenbarrancabermeja&catid=111:catmenus&Itemid=688

2. JUSTIFICACIÓN

Con el fin de brindar condiciones de confort y calidad de aire a quienes asisten a la ICCC, se requiere un sistema de aire acondicionado que sea capaz de abastecer de manera óptima y eficaz los requerimientos del lugar, proveyendo condiciones de comodidad a quienes allí concurren.

Teniendo en cuenta la alta inversión requerida para la implementación de un sistema de aire acondicionado en aquel recinto, su mantenimiento y un mayor consumo eléctrico, es necesario realizar un estudio, desde el punto de vista técnico y de inversión, con el fin de evaluar las diferentes alternativas y seleccionar la que brinde las condiciones que mejor se adapten a las solicitudes del recinto y optimice los costos de energía y mantenimiento.

Dicha alternativa mejorará sustancialmente la calidad de vida de la comunidad, pues contribuirá a mejorar el aire en el templo, y a disminuir el agotamiento; y mantendrá elevados los ánimos de las personas que allí se congregan.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico y de inversión para el montaje del sistema de aire acondicionado del centro de reuniones de la Iglesia Cristiana Cuadrangular Central (ICCC) en el municipio de Barrancabermeja, Santander.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio técnico para identificar las alternativas del tipo de sistema de aire acondicionado por implementar, y las características de los equipos que más se ajustan a las necesidades del sitio.
- Elaborar el estudio de eficiencia por costo de energía y costo de mantenimiento en el horizonte de planeación de cada alternativa.
- Elaborar el estudio de inversión para cada alternativa, con el fin de determinar los costos asociados a cada una.

4. ESTUDIO DEL ENTORNO

4.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO EN GENERAL O MACROENTORNO

4.1.1. Dimensión tecnológica

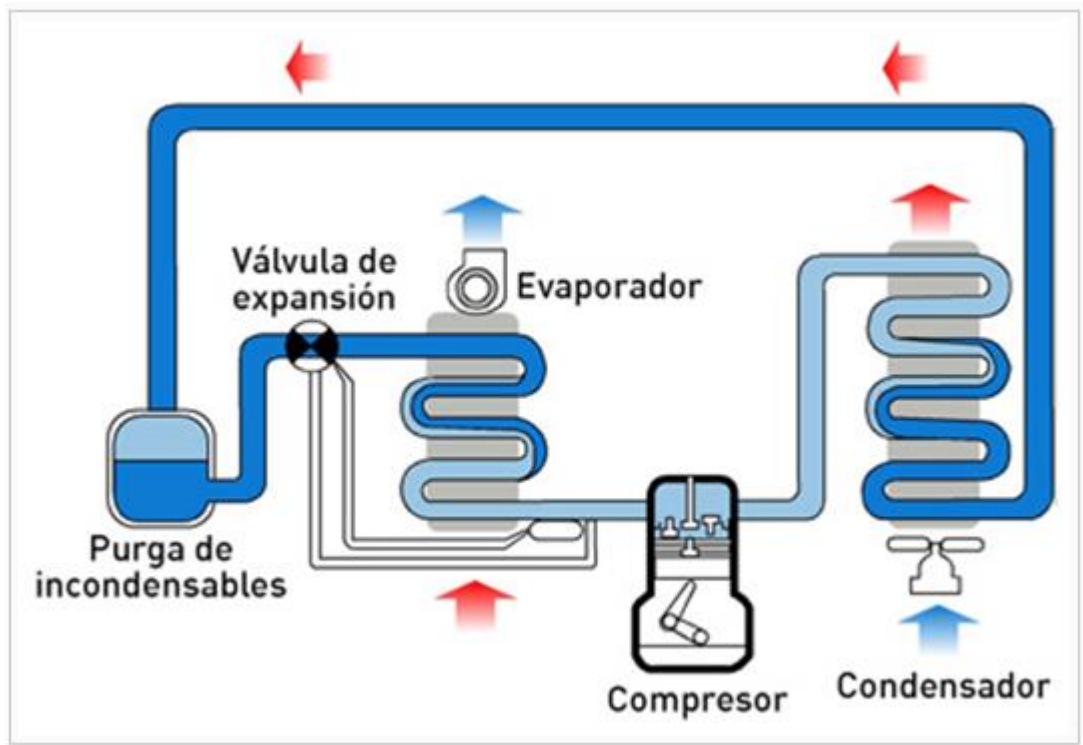
Sistema convencional.

La refrigeración en un sistema tradicional cumple la función de extraer calor de un lugar y disiparlo en el ambiente. Para el caso específico, en el cual se requiere enfriar un recinto, es necesario realizar transferencia de calor de un medio de baja temperatura a uno de alta temperatura. Esta condición se obtiene mediante un fluido específico denominado refrigerante.

Existen varias clases de procesos de refrigeración. Para este caso se tratará el ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Los elementos que componen un sistema convencional son: evaporador, compresor, condensador y expansión. Para este tipo de sistema el fluido refrigerante hace un ciclo que pasa por cada uno de los componentes. Cada uno de ellos cumple las siguientes funciones:

- Un condensador, en el cual el líquido refrigerante se halla a alta presión y a una temperatura muy baja. Para estas condiciones, el líquido refrigerante se encuentra en estado líquido saturado.
- Este líquido saturado pasa por un sistema de estrangulamiento, lo que da lugar al enfriamiento y vaporización parcial.
- En el evaporador se completa la evaporación total del fluido refrigerante.
- Este vapor producido en el evaporador pasa a través de un sistema compresor en un proceso isotrópico, aumenta su temperatura y retorna al condensador.

Figura 1. Ciclo del sistema convencional



Fuente. GASNATURAL FENOSA [en línea] Disponible en: <http://www.empresaeiciente.com/es/catalogo-de-tecnologias/camaras-frigorificas-industriales#ancla>.

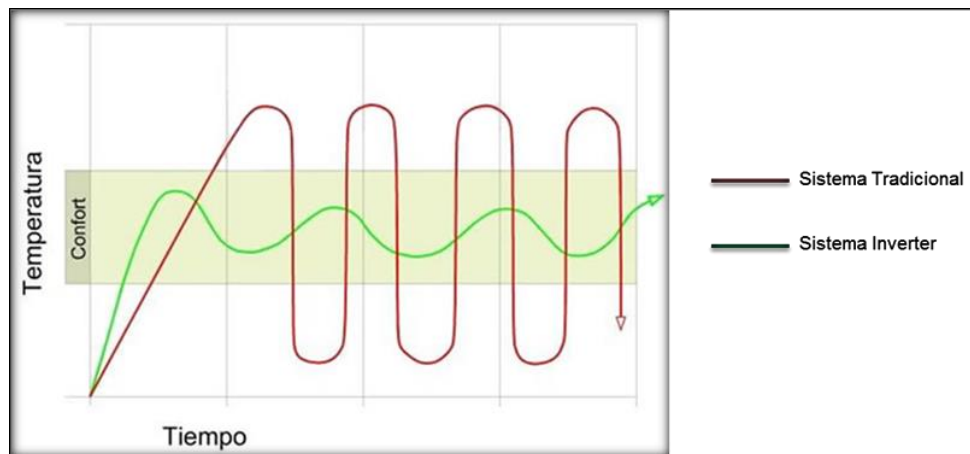
Sistema Inverter.

Un sistema Inverter sirve para regular el voltaje, la corriente y la frecuencia de un aparato. Es un circuito de conversión de energía, lo que contribuye a un ahorro significativo en el consumo de esta.

Un sistema de climatización convencional que quiera, por ejemplo, enfriar una habitación a una determinada temperatura (24°C), lo hará repitiendo continuamente ciclos de encendido/apagado, mientras que uno con **tecnología Inverter** llevará más rápidamente la habitación a la citada temperatura, sin

necesitar después esos ciclos. En la figura 2, la curva roja representa la temperatura en esa habitación empleando un sistema tradicional, y la verde, la de un sistema **Inverter**.

Figura 2. Comparación de tecnología Inverter vs tecnología tradicional.



Fuente: ARQUITECTURA PREFEB. [en línea] Disponible en: <http://blog.is-arquitectura.es/2007/06/08/aire-acondicionado-con-tecnologia-inverter/>

En el área sombreada están las **temperaturas de confort**, que podrían ser 24.2°C- 23.7°C. En esa área se va a mover un equipo Inverter. Las personas estarán cómodas ya que no percibirán las típicas fluctuaciones desagradables de los sistemas convencionales. Un equipo convencional enfriaría la habitación a 23°C o más, pararía hasta que la habitación se calentara a temperaturas de más allá 25°C, y luego arrancararía para empezar así un nuevo ciclo.

Estos continuos ciclos acortan la vida de las máquinas y provocan consumos mayores, mientras que con la **tecnología Inverter** se puede **ahorrar** desde un 25 % hasta un 50 %, dependiendo de su uso. Además, las *bombas de calor* con esta tecnología son también **más eficientes**, pues pueden seguir operando en óptimas condiciones, incluso cuando la temperatura exterior es mucho menor a 6°C.

A continuación se presenta un cuadro comparativo, donde se muestran las ventajas que ofrece el sistema Inverter, el cual contiene las especificaciones más avanzadas en cuanto a tecnologías de aire acondicionado frente a los sistemas convencionales.

Comparativo entre las tecnologías convencionales y los sistemas Inverter.

Tabla 1. Tecnologías convencionales vs tecnología Inverter.

CARACTERÍSTICA	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA INVERTER
Mayor rapidez de enfriamiento.	El compresor funciona a la misma velocidad todo el tiempo, por eso se tarda más en calentar o enfriar la habitación y en lograr una temperatura agradable.	El compresor funciona, aproximadamente, a una velocidad el doble de rápida hasta que se llega a la temperatura ideal, por eso el calentamiento y el enfriamiento son más rápidos.
Uso eficiente de la potencia.	El compresor se enciende y se apaga, según sean los cambios de temperatura en la habitación. En otras palabras, la temperatura siempre fluctúa.	La velocidad del compresor y, por tanto, la potencia de salida se adaptan a la temperatura de la habitación. Esta regulación eficiente y lineal de la temperatura mantiene en todo momento una habitación agradable.
Menor consumo de energía.	Un climatizador sin función Inverter consume aproximadamente el doble de electricidad.	Un climatizador Inverter consume la mitad de la electricidad que un modelo sin función Inverter, con lo que se obtiene mayor bienestar por mucho menos dinero.

Fuente: Autores del proyecto

4.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO ESPECÍFICO O MICROENTORNO

4.2.1. Análisis del sector – Clasificación del sector. Teniendo en cuenta que las actividades desarrolladas por la ICCC se enfocan directamente a la prestación de

servicios para la comunidad devota a través de la realización de actividades de fomento espiritual, tales como congregaciones, talleres, retiros y, en otros casos, la celebración de ceremonias fúnebres, entre otras actividades. El sector productivo en el cual está ubicada la ICCC, de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme –CIIU–, adaptada para Colombia, se establece en la sección S³, «Otras actividades de servicios», clasificada en el numeral 9491, «Actividades de asociaciones religiosas».

En el mismo sentido, según la clasificación de los sectores productivos realizada por el Banco de la República de Colombia, teniendo en cuenta las actividades antes citadas y realizadas por la ICCC, esta se encontraría ubicada en el sector terciario, en el cual se establecen toda las actividades económicas que no producen mercancías, pero que son requeridas en el funcionamiento económico.

4.2.2. Estructura del sector. El sector de servicios en los últimos años ha crecido sustancialmente en la ciudad de Barrancabermeja, impulsado por el auge inversionista que se ha dado, gracias al buen desempeño de la producción petrolera y a la expectativa que ha generado el proyecto que permitirá ampliar la refinería existente. Este crecimiento se ha visto reflejado con la construcción de nuevos hoteles, centros comerciales y la estructuración de nuevos proyectos, como la Terminal de transporte terrestre, la ampliación del aeropuerto municipal, la construcción de nuevas sedes universitarias, entre otras obras que se estructuran y que ampliarán dicha oferta de servicios, con los que se busca satisfacer la demanda de los habitantes y foráneos, que ven en la ciudad oportunidades de desarrollo.

³ La CIIU Rev. 4 A.C. refleja en su estructura y base conceptual la realidad económica colombiana, partiendo de la versión oficial entregada por Naciones Unidas a la comunidad estadística internacional en el año 2009. DANE [en línea] Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU_Rev4ac.pdf

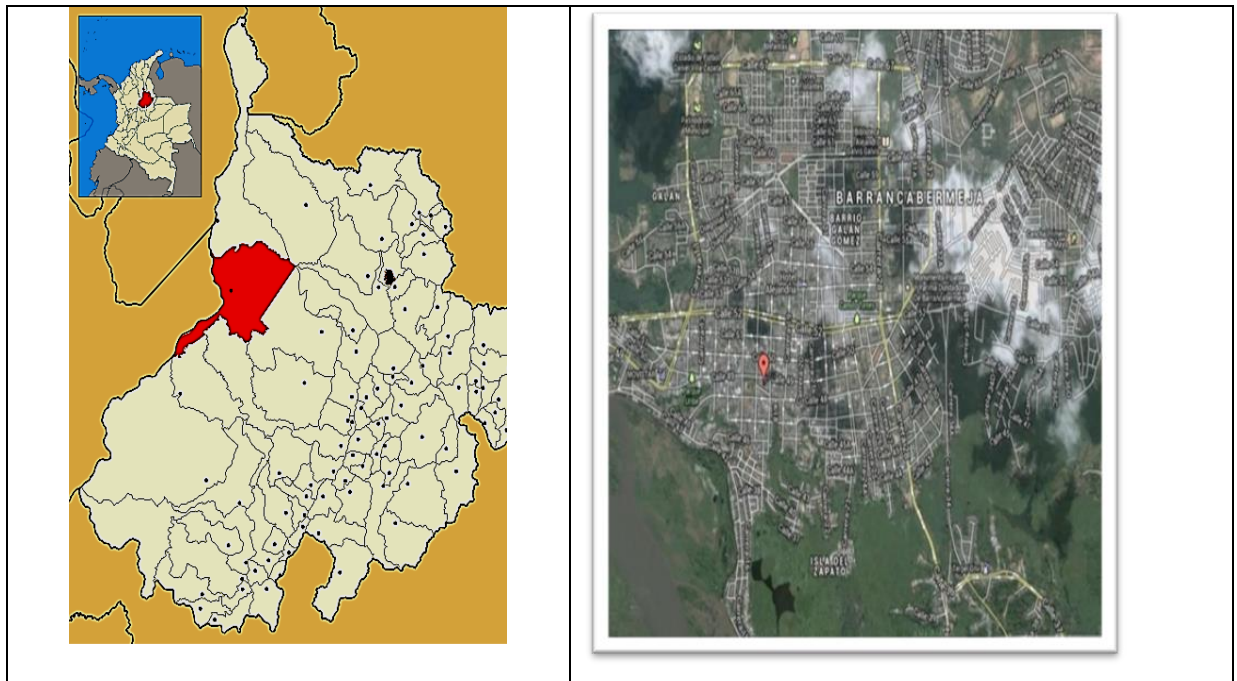
En ese contexto, la ICCC, estimulada por la alta tasa de crecimiento de la población, que a su vez se refleja en el mayor número de personas que concurren al recinto de la Iglesia, busca también mejorar el servicio que a lo largo tantos años ha prestado a la comunidad, a través de la instalación de un sistema de aire acondicionado. Lo anterior, teniendo en cuenta que otros centros de adoración existentes se han dado también a la tarea de mejorar sus instalaciones para proveer a los fieles confort durante las reuniones que realizan.

5. ESTUDIO TÉCNICO O DE INGENIERÍA

5.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se encuentra localizado en la República de Colombia, departamento de Santander, municipio de Barrancabermeja. La Iglesia Cristiana Cuadrangular Central, lugar en el cual se llevará a cabo el montaje del sistema de aire acondicionado, se encuentra ubicada en la diagonal 48 No. 17-63B. Construida en el año 1942, es el centro evangélico más grande de la ciudad, donde actualmente concurre una comunidad de aproximadamente 700 personas.

Figura 3. Macrolocalización y microlocalización del proyecto⁴.



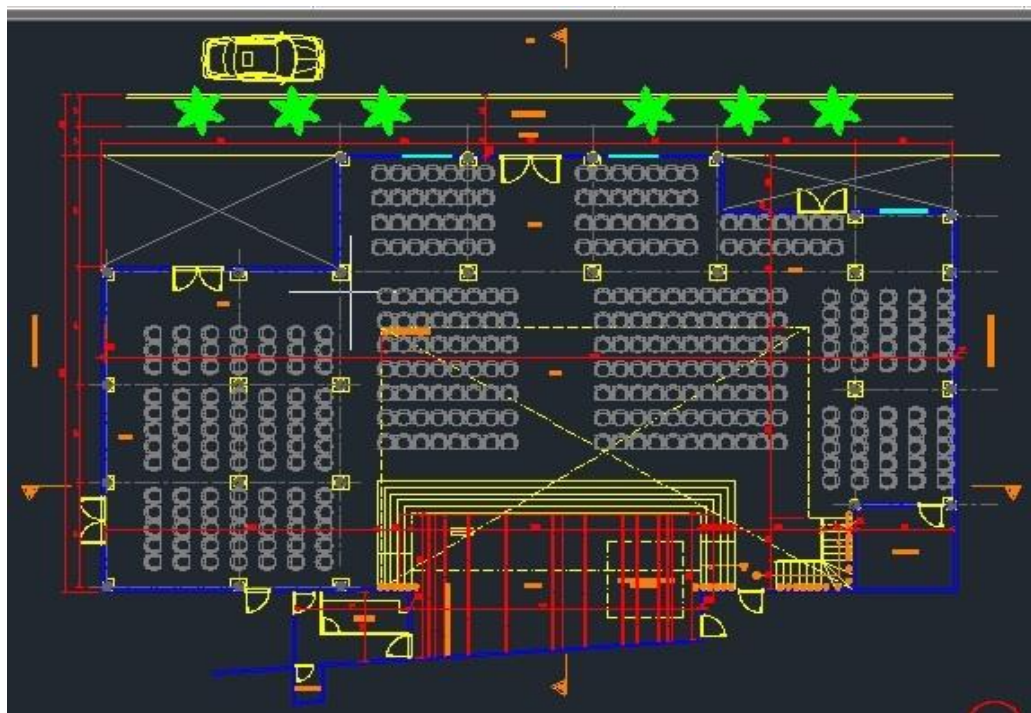
⁴BARRANCABERMEJA CIUDAD FUTURO [en línea] Disponible en:
<https://www.barrancabermeja.gov.co/institucional/Paginas/infomaciondelmunicipio.aspx>
-Google Earth - <http://www.google.com/earth/explore/products/plugin.html>

5.2. TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las instalaciones de la Iglesia Cristiana Cuadrangular Central, ubicadas en la ciudad de Barrancabermeja, requieren el diseño y montaje de un sistema de aire acondicionado para un recinto con una altura máxima de 6,81 m, un área por refrigerar de 730,40 m² y una ocupación de 700 personas, que ofrezca confort y buena calidad de aire. Se considera para tal fin la aplicación de los estándares nacionales e internacionales, de acuerdo con lo establecido en la legislación colombiana.

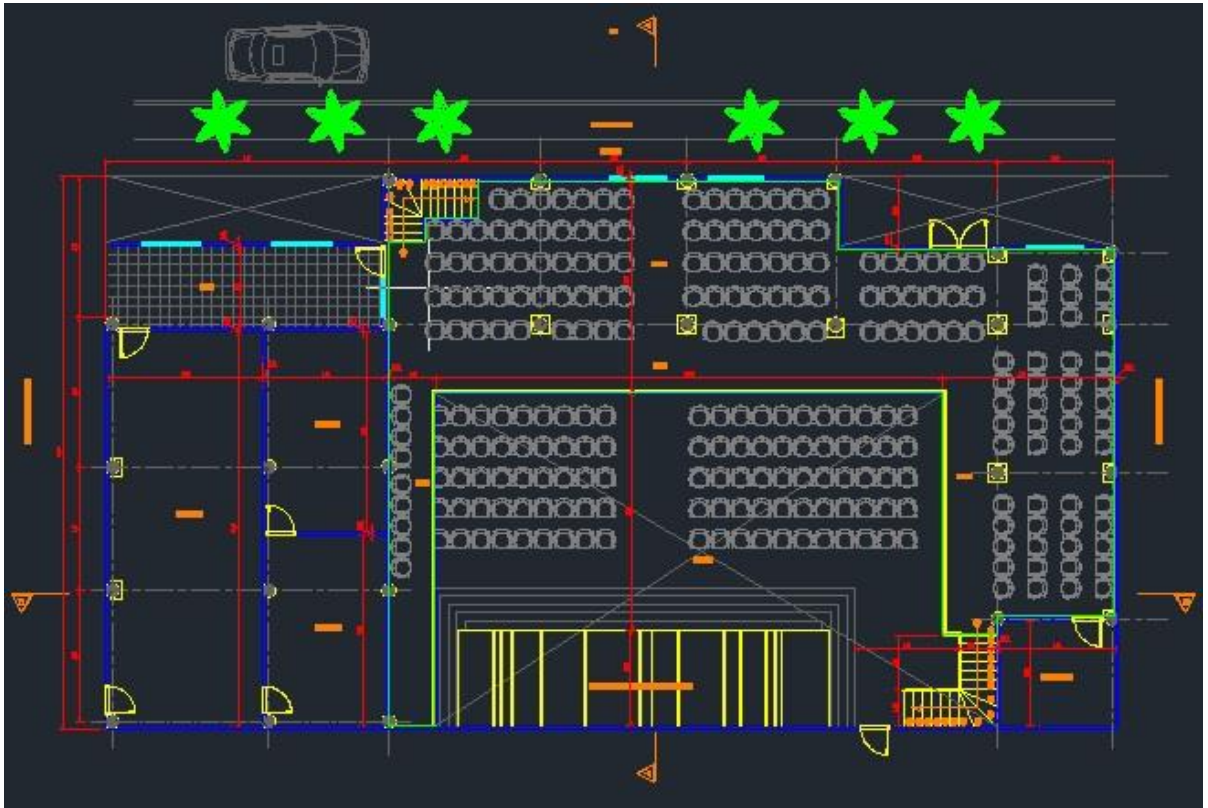
Teniendo en cuenta la arquitectura del recinto, la cual está comprendida por tres niveles de los cuales dos se encuentran en el área para refrigerar, es necesario, para determinar la carga térmica, subdividir el área total en áreas parciales con el fin de realizar un cálculo óptimo. (Ver figura 4).

Figura 4. Planta - Nivel 1.



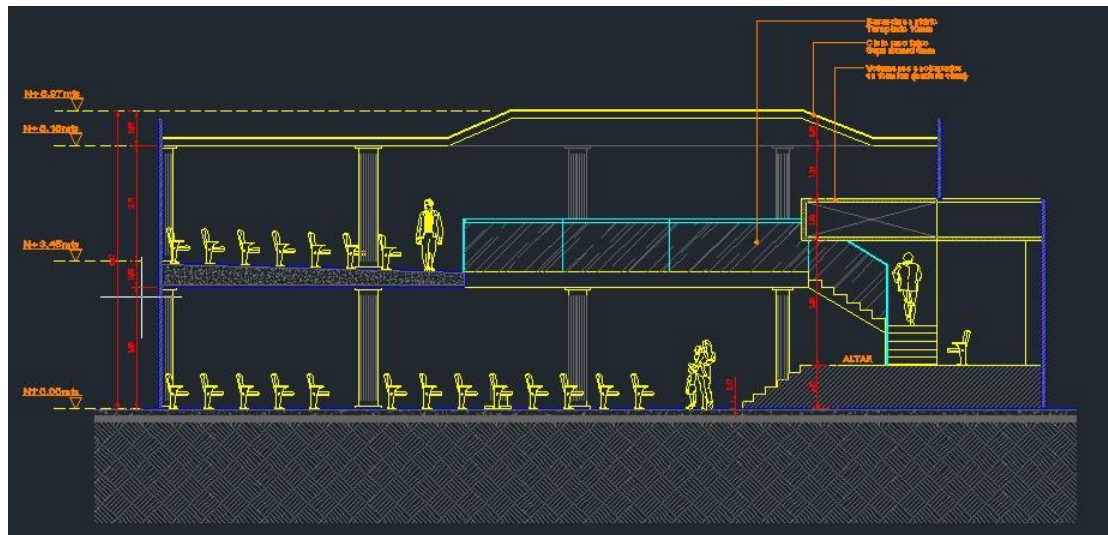
Fuente. Iglesia Cristiana Cuadrangular Central Barrancabermeja

Figura 5. Planta - Nivel 2



Fuente. Iglesia Cristiana Cuadrangular Central Barrancabermeja

Figura 6. Corte - Niveles 1 y 2.



Fuente. Iglesia Cristiana Cuadrangular Central Barrancabermeja

Con relación a las condiciones de temperatura y humedad relativa del recinto, tanto del exterior como del interior, se relacionan en la Tabla No.1.

Tabla 2- Condiciones de temperatura y humedad relativa.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS		
Temp. [°C]	Exterior 41 °C	Interior 27°C
Humedad relativa %	Exterior 87 %	Interior 50 %

Fuente. MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA. {en Línea} Disponible en: <http://www.barrancabermeja-santander.gov.co/alcaldia>

Respecto a las dimensiones, características físicas de la edificación, la capacidad de personas que alberga, la cantidad de energía térmica que aporta el sistema de iluminación existente y los equipos, se muestran a continuación:

Tabla 3. Dimensiones principales del recinto.

DIMENSIONES PRINCIPALES DEL RECINTO	
Altura máxima	6,81 m
Área construida nivel 1	545,40 m ²
Área construida nivel 2	185,00 m ²
Área total construida	730,40 m ²

Fuente. Iglesia Cristiana Cuadrangular Central Barrancabermeja

Tabla 4. Características de los elementos más relevantes de la estructura.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS MAS RELEVANTES DE LA ESTRUCTURA	
ELEMENTO	MATERIAL Y CARACTERÍSTICAS
Paredes	Ladrillo de arcilla. e = 10 cm. - empañetadas.
Ventanas	Marquetería en aluminio anodizado, vidrio sencillo e= 6 mm
Puertas	Marquetería y alas en madera.
Cubierta	Teja en fibrocemento.
Cielo raso nivel 1	Cielo raso en concreto, empañetado y pintado en las áreas localizadas bajo el nivel 2, y cielo raso en <i>superboard</i> en la zona libre entre los niveles 1 y 2.
Cielo raso nivel 2	Cielo raso en concreto, empañetado y pintado en las áreas localizadas bajo el nivel 3, el resto del área que comprende el nivel 2 cuenta con cielo raso en <i>superboard</i> .

Fuente. Autores del Proyecto.

Tabla 5. Equipos eléctricos principales

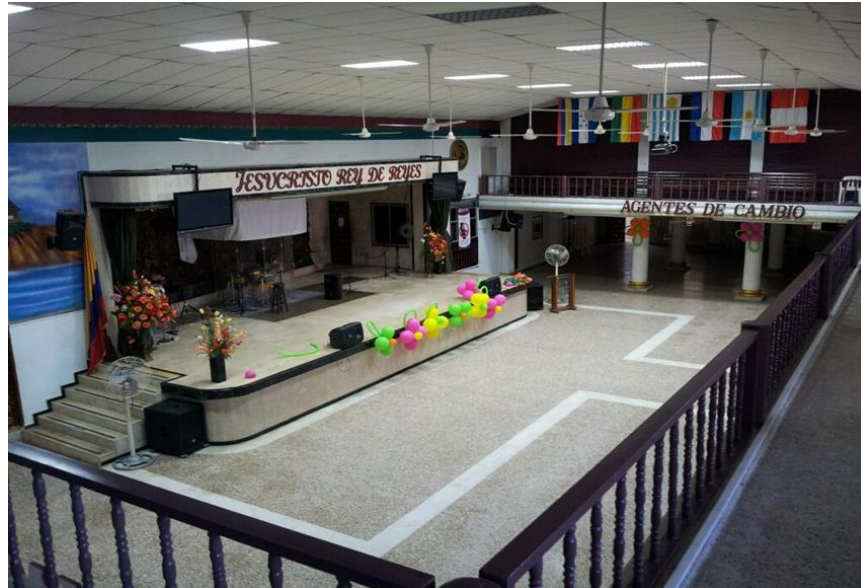
EQUIPOS ELÉCTRICOS PRINCIPALES	
Lámparas	Iluminación fluorescente.
Equipos	Instrumentos musicales y amplificadores de sonido.

Fuente. Autores del Proyecto.

5.3. TECNOLOGÍAS

De acuerdo con las condiciones arquitectónicas, climáticas y de humedad ya mencionadas se realiza un análisis de alternativas desde el punto de vista de las tecnologías existentes, para la implementación de un sistema de aire acondicionado que mejore las condiciones de confort sobre los asistentes al recinto, dado que el sistema de ventilación actual no supe totalmente dicha necesidad.

Figura 7. Panorámica del recinto para refrigerar.



Fuente. Iglesia Cristiana Cuadrangular de Barrancabermeja.

5.3.1. Planteamiento de alternativas. Con el fin de obtener la mejor alternativa del sistema de aire acondicionado para la ICCC, se hace necesario el planteamiento de tres alternativas, las cuales se evalúan desde el punto de vista técnico, y se contempla, a su vez, la inversión inicial, la cual incluye los costos de los equipos, el costo de su montaje, el costo de la obra civil requerida para su instalación y el costo de las modificaciones eléctricas necesarias para su funcionamiento.

Además, se consideran parte fundamental de la evaluación los costos por concepto de eficiencia en el consumo de energía y los costos necesarios por mantenimiento preventivo de los equipos.

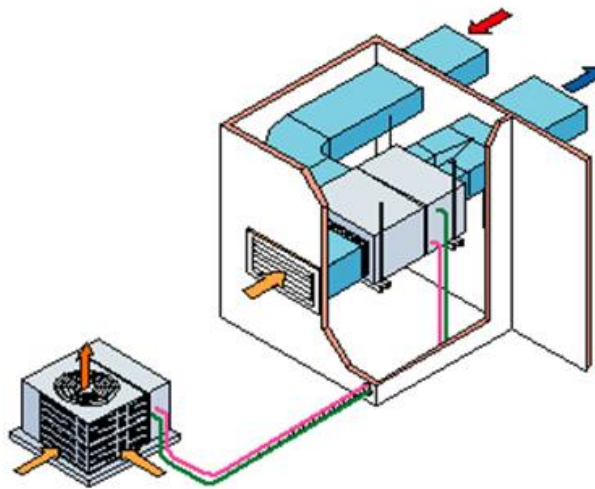
De acuerdo con lo anterior, las alternativas de sistemas de aire acondicionado sobre las cuales se realiza la evaluación técnica y financiera, desde la base de los parámetros anteriormente mencionados, son las siguientes:

5.3.1.1. Alternativa 1. Sistema de aire acondicionado tipo Split: Esta alternativa contempla la instalación de un sistema de aire acondicionado tipo Split Ducto, el cual tiene como característica principal adicionar a la unidad de enfriamiento la capacidad de producir flujo y presión de aire frío suficiente, para ser conducido a través de un ducto aislado que conducirá el aire a salidas de distribución específicas sobre las diferentes áreas del recinto, y suministrará el aire de forma silenciosa y permitirá controlar la oxigenación del lugar.

Respecto a los requerimientos para el montaje del sistema es necesario, desde el punto de vista de la obra civil, hacer modificaciones importantes dentro de las instalaciones de la ICCC, ya que en las condiciones actuales no se cuenta con un área adecuada para la ubicación de los equipos, lo que implica llevar a cabo su construcción.

Con relación al consumo de energía, los equipos tipo Split Ducto requieren un consumo constante; ello hace que el sistema no haga un uso eficiente y racional de la energía. Este sistema no permite variaciones en la carga.

Figura 8. Modelo del sistema tipo Split.



Fuente. C.S. AYRE S.A. ES: AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION. [en línea] Disponible en: <http://www.csayre.com.co/productos-servicios.html>

5.3.1.2. Alternativa No. 2. Sistema de aire acondicionado refrigerante variable SVR.

Los sistemas de refrigerante variable permiten regular el caudal del refrigerante dentro del sistema gracias a la tecnología Inverter de cada uno de los compresores, los cuales modifican su frecuencia de alimentación al compresor, y, por ende, el flujo volumétrico hacia el sistema.

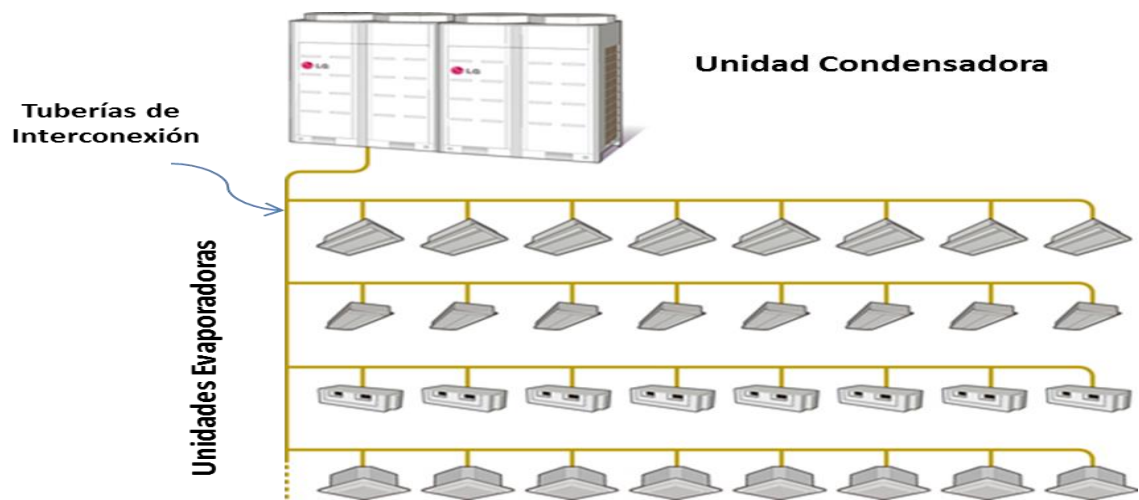
Las principales ventajas tenidas en cuenta para el caso estudio de estos sistemas son: menores niveles de ruido, facilidad en la instalación, flexibilidad en el diseño y menor consumo de energía.

- **Menores niveles de ruido.** El nivel de ruido de estos equipos está por debajo del de los equipos convencionales. Se estima que el valor de emisión de ruido para estos equipos es de 58 dB, medidos a 1 m del condensador. Esta condición de bajo nivel de ruido del sistema de refrigerante variable es

favorable para las condiciones de la ICCC, dado que ésta se encuentra en un área residencial.

- **Facilidad en la instalación.** El sistema requiere de un par de tuberías de cobre para la circulación del refrigerante dentro del sistema y la interconexión hacia los evaporadores.

Figura 9. Modelo del sistema tipo refrigerante variable.



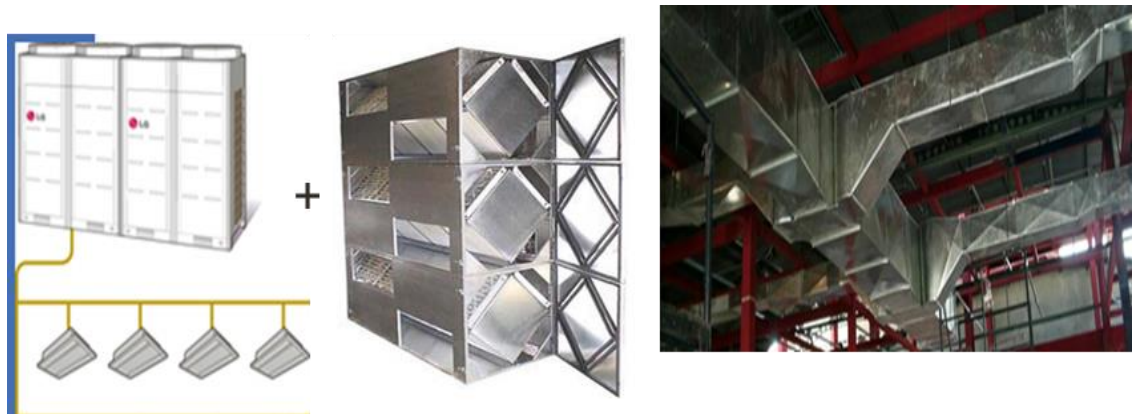
Fuente. ACCESORIOS S.A. DE C.V. [en línea] Disponible en.
[Ahttp://www.reacsa.com.mx/productos-aire-acondicionado-lg-com-multiv.asp](http://www.reacsa.com.mx/productos-aire-acondicionado-lg-com-multiv.asp)

- **Menor consumo de energía.** Por el uso de tecnología Inverter en los compresores de estos sistemas, se obtienen ahorros de energía entre el 18 % y el 40 % frente a los sistemas convencionales. Asimismo, el consumo de la unidad condensadora depende de la demanda de las unidades evaporadas, las cuales tienen un sistema de control por velocidad del compresor.

5.3.1.3. Alternativa 3: Sistema de aire refrigerante variable con recuperador de energía: Esta alternativa contempla la instalación de un sistema de refrigerante variable, con todas las ventajas mencionadas en la segunda alternativa; posee la

ventaja adicional que es la instalación de un recuperador de energía, el cual permite disminuir la carga térmica requerida para el lugar, dado que estos equipos cumplen la función de aprovechar el aire que se extrae del área para renovación para tratar previamente el aire que viene del exterior, con el fin de disminuir la energía requerida para enfriar el aire que se renueva.

Figura 10. Sistema propuesto con recuperador de energía.



Fuente. Autores del Proyecto

Con la inclusión del recuperador de energía en esta alternativa se logra la optimización de la capacidad del sistema inicialmente propuesto, lo que se traduce en una reducción de la cantidad de equipos para instalar.

5.4. ANÁLISIS TÉCNICO DE ALTERNATIVAS

Para realizar el análisis técnico de cada una de las alternativas se tuvieron en cuenta diferentes aspectos que permitan identificar cuál es la alternativa más favorable para los intereses del proyecto, entre los cuales se encuentran: eficiencia en el consumo de energía, eficiencia por potencia y ventajas para llevar a cabo el montaje de los equipos. Estos parámetros se clasificaron entre bajo, medio y alto, de acuerdo con lo presentado en las siguientes tablas:

Tabla 6. Eficiencia por consumo de energía

Consumo de energía	Ahorros energéticos
>1,00Kw	BAJO
0,85<Kw>0,99	MEDIO
<0,84KW	ALTO

Fuente. Autores del Proyecto

Tabla 7. Eficiencia por potencia

Operación compresor	Eficiencia
Cíclica	BAJA
Lineal	ALTA

Fuente. Autores del Proyecto

Tabla 8. Ventaja en el montaje de los equipos

Montaje de equipos	Ventaja
Requiere Reforma Arquitectónica y estructural	BAJA
Requiere solo reforma Arquitectónica	MEDIA
No requiere reforma arquitectónica ni estructural	ALTA

Fuente. Autores del Proyecto

Tabla 9. Análisis técnico de alternativas.

Criterios	Análisis técnico de alternativas		
	No.1	No.2	No.3
Ahorros energéticos	Consumo eléctrico por tonelada de refrigeración estimado en 1,80 kW/ton.	Consumo eléctrico por tonelada de refrigeración estimado: 0,85 kW/ton.	Consumo eléctrico por tonelada de refrigeración estimado: 0,80 kW/tonelada, debido al recuperador de energía.
	Baja	Media	Alta
Eficiencia por potencia	De acuerdo con los cambios de temperatura, sistema de compresión	El compresor y potencia de salida al sistema, se adaptan a la temperatura del lugar de forma lineal	El compresor y potencia de salida al sistema, se adaptan a la temperatura del lugar de forma lineal.

Criterios	Análisis técnico de alternativas		
	No.1	No.2	No.3
	enciende y se apaga, fluctuando la temperatura del lugar de forma cíclica.		
	Baja	Media	Media
Ventaja en el montaje de los equipos	Implica intervención arquitectónica y estructural del recinto en el sector que se designe para acondicionar el cuarto de máquinas donde será alojada la unidad central del sistema de A.A.	No requiere llevar a cabo obra civil que implique reformas arquitectónicas ni estructurales para el montaje de los equipos.	No requiere llevar a cabo obra civil que implique reformas arquitectónicas ni estructurales para el montaje de los equipos.
	Baja	Alta	Alta

Fuente. Autores del Proyecto

De acuerdo con el análisis anterior, se observa que la alternativa número 3 es la más favorable para los intereses del proyecto y el cliente.

5.5. OBRAS FÍSICAS – DATOS DEL ESTUDIO TÉCNICO

5.5.1. Fase de estudios y diseños. Para establecer los requerimientos necesarios para tener en cuenta en la adquisición, montaje y funcionamiento del sistema de aire acondicionado para todas las alternativas, de acuerdo con las condiciones existentes en la ICCC, se deberá realizar:

- **Estudio de cálculo de carga térmica.** Se realizarán estudios y mediciones que permitan establecer las condiciones climáticas exteriores e interiores y la transferencia de calor emitida por los principales materiales, enseres y equipos que comprenden el recinto, con el fin de determinar la cantidad de toneladas

de refrigeración y establecer de este modo la capacidad requerida del sistema de aire acondicionado por instalar.

- **Estudio y diseño arquitectónico.** Se realizará una revisión de la distribución arquitectónica actual de la ICCC, que permita definir las reformas que es necesario llevar a cabo para construir los cuartos de máquinas y reservaciones que van a contener los equipos de aire acondicionado.
- **Estudio y rediseño del sistema eléctrico.** Se verificará la capacidad de la red eléctrica y la capacidad del transformador existente, con el fin de precisar los ajustes y rediseños necesarios para incrementar la capacidad del sistema actual, de modo que tenga la capacidad necesaria para el funcionamiento de los nuevos equipos de aire acondicionado.
- **Estudio y rediseño estructural.** Se realizará un estudio que permita comprobar la capacidad de los elementos estructurales sobre los cuales los equipos de aire acondicionado transmitirán las cargas, y, en caso de ser necesario, los diseños estructurales pertinentes para reforzarlos.
- **Estudio y rediseño de la red de drenaje.** Se revisará la red de drenaje del edificio para establecer si se requiere incrementar la capacidad de evacuación actual, y poder drenar a través de ésta el agua proveniente del sistema de aire acondicionado.
- **Estudio de normatividad y trámite de permisos de construcción.** Se hará una verificación del Plan de Ordenamiento Territorial –POT– actual, con el fin de establecer las medidas y los lineamientos a los cuales se verá sometido el montaje del sistema de aire acondicionado, con todas sus implicaciones, tanto arquitectónicas, estructurales, eléctricas y sanitarias contempladas en las exigencias de esta normatividad.

Posteriormente, se procederá a realizar los diseños de acuerdo con los parámetros y necesidades identificados en los estudios mencionados y ajustados al Plan de Ordenamiento Territorial, para ser presentados a aprobación de la Curaduría Municipal de Barrancabermeja.

Tabla 10. Costos de la fase de diseño.

Estudio o diseño	Costo
Estudio de condiciones climáticas y transferencia de calor.	\$1.000.000
Estudio y diseño arquitectónico.	\$1'500.000
Estudio y diseño para incrementar capacidad de la red eléctrica o reemplazo del transformador existente.	\$2'500.000
Estudio y diseño estructural de repotenciación de elementos existentes.	\$2'000.000
Estudio y diseño para incrementar la capacidad de evacuación de la red hidrosanitaria actual.	\$500.000
Estudio de normatividad y tramite de permisos de construcción para reformas interiores.	\$400.000
	\$7'900.000

Fuente. Precios del mercado

5.5.2. Fase de construcción y montaje de equipos. Para la fase de construcción se procederá a realizar las adecuaciones y reformas necesarias, para el adecuado montaje y funcionamiento del sistema de aire acondicionado para la ICCC. A continuación se describen las actividades por realizar:

5.5.2.1.Obra civil

Ejecución del reforzamiento o reforma estructural. Se llevará a cabo el reforzamiento o reforma de las áreas de la estructura que soportarán las cargas transmitidas por los equipos de aire acondicionado, en caso de ser necesario.

Para incrementar la capacidad de carga de los elementos involucrados o realizar la ampliación de la estructura, será necesario realizar demoliciones para intervenir elementos estructurales tales como vigas, columnas y losas.

Instalación de mampostería: Se instalará mampostería para separar las áreas que se dispondrán como cuarto de equipos del sistema de aire acondicionado.

Puertas y ventanas. Se instalarán puertas y ventanas insonorizadas en los accesos a los cuartos de equipos y en los vanos de iluminación, de modo que no se vean perturbadas las actividades que se desarrollen en el recinto a causa del ruido emitido por ellos.

Conexión a red de drenaje. Se procederá a empalmar las tuberías provenientes de los equipos de aire acondicionado con la red de drenaje actual de la ICCC. Para esta actividad, en algunos casos, será necesario realizar demoliciones menores en los sitios donde se realizarán las conexiones.

Acabados arquitectónicos. Habiéndose ejecutado los ajustes estructurales, se procede con la ejecución de reparaciones y acabados correspondientes en todas las áreas intervenidas durante la ejecución de las actividades en mención.

5.5.2.2. Montaje de equipos. Teniéndose ejecutada la obra civil, se procede a recibir los equipos de aire acondicionado y el montaje de estos como se menciona a continuación:

Colocación de órdenes de compra. Se elaboran las especificaciones técnicas de cada equipo para la respectiva elaboración de la orden de compra.

Recibo de equipos en sitio. Para el recibo de equipos en sitio se deberán contemplar todas las herramientas y máquinas necesarias en el lugar del montaje. Adicionalmente, se debe verificar que los equipos recibidos cumplan con las especificaciones técnicas solicitadas.

Izada e instalación de equipos exteriores. Para la izada e instalación de equipos exteriores se deberán analizar todos los riesgos y acciones de mitigación que garanticen su cuidado y conservación.

Montaje e instalación de unidades interiores. Una vez se tengan los equipos exteriores instalados, se procederá al montaje e instalación de las unidades interiores encargadas de repartir el aire acondicionado dentro del recinto por refrigerar.

Montaje de ductos de aire acondicionado. Se realizará la instalación de los ductos de aire acondicionado, los cuales tienen la función de llevar el aire acondicionado a los diferentes lugares.

Montaje del sistema de recuperación de energía. Se realizará la instalación del sistema de recuperación de energía de acuerdo con la condiciones estipuladas por el fabricante, con el fin de garantizar su buen funcionamiento.

Instalación del nuevo transformador de alimentación. De acuerdo con el equipo seleccionado se requiere la instalación de un nuevo transformador para alimentación de todo el sistema de aire acondicionado.

Instalación de tableros eléctricos. Una vez se cuente con el transformador instalado, se montan el tablero eléctrico principal y los tableros de distribución para los diferentes equipos que constituyen el sistema de aire acondicionado.

Instalación de cableado potencia. Una vez se cuente con la alimentación principal (transformador), se llevará desde los respectivos tableros de potencia la alimentación eléctrica de cada una de las unidades, las cuales requieren de aquella alimentación eléctrica. Para esto se deberán hacer los cálculos respectivos a fin de determinar el tipo de conductor eléctrico requerido y las protecciones eléctricas de cada circuito.

Instalación de cableado de control. Durante esta fase se hace la instalación de todo el cableado de control hacia las diferentes unidades.

Montaje de rejillas. Durante esta fase se instalan todas las rejillas de distribución de los sistemas de aire acondicionado.

Arranque y puesta en marcha. Para la ejecución de esta fase se deben tener los protocolos de pruebas de todos los equipos, se deberá contar con el especialista de los equipos con el fin de garantizar que todas las condiciones de pre comisión se han cumplido y garantizar el buen funcionamiento de las máquinas durante su vida útil.

5.5.2.3. Estimación de costos de construcción y montaje de equipos: De acuerdo con cada una de las actividades descritas en la etapa de construcción y montaje se presenta a continuación el valor estimado para cada una de ellas; se referencian los trabajos y equipos que representan las diferencias en costos más significativas para cada alternativa.

Alternativa No. 1. Sistema de aire acondicionado tipo Split

Las actividades de la fase de construcción que presentan diferencias significativas en los costos para el montaje del sistema de aire acondicionado, se describen a continuación.

En vista de la cantidad y el gran tamaño de las unidades exteriores e interiores es necesario proveer de áreas adicionales al recinto teniendo en cuenta que las existentes no son suficientes para la disposición de los equipos; por lo tanto, será necesario construir una losa en concreto, con sus respectivas redes eléctricas, red de desagües y acabados arquitectónicos, que supla el déficit de espacio para el montaje del sistema de aire acondicionado.

Tabla 11. Costos de la fase de construcción y montaje de equipos – Alternativa 1

Ítem	Descripción	Valor estimado (\$)
1	Equipo y montaje sistema aire acondicionado	400.000.000
2	Obras civiles	150.000.000
3	Redes eléctricas y transformador	109.000.000
4	Gestoría técnica, construcción, montaje y puesta en marcha	60.000.000
Valor estimado construcción y montaje de equipos		719.000.000

Por otra parte, el montaje de las unidades exteriores, debido a su gran tamaño, requiere de mayores recursos de personal para el movimiento de los equipos.

Alternativa No. 2. Sistema de aire acondicionado refrigerante variable SVR

Las actividades de la fase de construcción que presentan diferencias significativas en los costos para el montaje del sistema de aire acondicionado refrigerante variable —SVR—, se describen a continuación:

Teniendo en cuenta que para esta alternativa se requiere de un mayor número de equipos con relación a los de la primera, es preciso aumentar considerablemente la capacidad portante de la losa de la cual se dispone para la instalación del sistema. Sin embargo, debido a que los equipos poseen menores dimensiones podrán ser instalados en las áreas disponibles para este fin.

Debido a que los equipos para utilizar en esta alternativa poseen tecnología Inverter, el costo para su adquisición es mayor respecto al sistema tipo Split.

Tabla 12. Costos de la fase de construcción y montaje de equipos – Alternativa 2.

Ítem	Descripción	Valor estimado (\$)
1	Equipo y montaje sistema aire acondicionado.	630.000.000
2	Obras civiles	100.000.000
3	Redes eléctricas y transformador.	104.000.000
4	Gestoría técnica, construcción, montaje y puesta en marcha.	25.000.000
Valor estimado de construcción y montaje de equipos		859.000.000

Alternativa No. 3. Sistema de aire acondicionado refrigerante variable –SVR– con un recuperador de energía. Para esta alternativa se consideran los requerimientos descritos en la segunda alternativa, pero teniendo en cuenta la disminución en la cantidad de equipos por instalar debido a la integración del recuperador de energía. Ello se traduce en una reducción en los costos de adquisición de los equipos.

Tabla 13. Costos de la fase de construcción y montaje de equipos – Alternativa 3.

Ítem	Descripción	Valor estimado (\$)
1	Equipo y montaje sistema aire acondicionado.	390.000.000
2	Sistema recuperador de energía.	70.000.000
3	Obras civiles.	110.000.000
4	Redes eléctricas y transformador.	70.000.000
5	Gestoría técnica, construcción, montaje y puesta en marcha.	25.000.000
Valor estimado construcción y montaje de equipos.		665.000.000

5.5.3. Fase de operación. Una vez los equipos sean instalados y se hagan sus pruebas respectivas, estos iniciarán su funcionamiento bajo las recomendaciones del fabricante y del especialista del montaje.

Para la fase de operación se realizaron los análisis del costo de la energía y el cálculo estimado de los costos de mantenimiento asociado a cada alternativa.

Durante la fase de operación se contempló un *overhaul* (repotenciación) del equipo, el cual se estima a los 5 años de su funcionamiento.

Para los cálculos del consumo eléctrico se estimó que los equipos trabajan 2 horas por día, con el fin de realizar el cálculo mensual del consumo eléctrico. Asimismo, se revisó el costo de la energía según referencia de la Electrificadora de Santander; con fecha del 3 de junio del año 2013, se estimó el valor de \$/kWh392.7932. (Fuente: Resoluciones 119/07, 097/08, 121/09 y 172/09 expedidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG– y Empresa Electrificadora de Santander, diciembre 2013).

5.5.3.1. Estimación de costos de la fase de operación

Alternativa No. 1. Sistema de aire acondicionado tipo Split

Para realizar el cálculo de los costos de energía asociados a esta alternativa, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para el cálculo anual del consumo energía de dichos equipos:

- Consumo promedio: 1,8 kWh/ TR (Tonelada de refrigeración).
- Valor del kWh = 393 \$/kWh.
- Horas de funcionamiento / día: 2 horas.
- Carga al 50 % (350 personas): 75 TR.

Con base en los criterios anteriores se obtuvo un valor anual por concepto de consumo de energía de \$ 39.900.000.

Para el caso del mantenimiento preventivo de los equipos, los fabricantes recomiendan cuatro (4) intervenciones por año, con el fin de garantizar su buen funcionamiento. Los costos estimados del mantenimiento por tonelada para estos equipos son de \$20.000, de acuerdo con la revisión de los precios del mercado. Con base en estos criterios, el valor anual estimado de cada mantenimiento preventivo es de \$12.000.000

Por último, entre los costos de operación se estimó un valor de repotenciación de los equipos de \$40.000.000 este valor se estima como un porcentaje del 10 % del valor de los costos de los equipos.

Esta repotenciación del sistema de aire acondicionado se estima que se hará a los 5 años de la puesta en marcha de los equipos.

Tabla 14. Costos de la fase de operación – Alternativa 1.

Ítem	Descripción	Valor estimado (\$)/Anual
1	Consumo eléctrico anual.	39.892.055
2	Mantenimiento preventivo anual.	12.000.000
Valor fase operación alternativa 1.		51.892.055

Alternativa No. 2. Sistema de aire acondicionado refrigerante variable –SVR–

Para realizar el cálculo de los costos de energía asociados a esta alternativa se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, sobre el cálculo anual del consumo energía de dichos equipos:

- Consumo promedio: 0,85 kWh/ TR (Tonelada de refrigeración).
- Valor del kWh = 393 \$/kWh.
- Horas de funcionamiento / día: 2 horas.
- Carga al 50 % (350 personas): 75 TR.

Con base en los criterios anteriores se obtuvo un valor estimado anual por concepto de consumo de energía de \$18.837.915.

Para el caso del mantenimiento preventivo de los equipos, los fabricantes recomiendan cuatro (4) intervenciones por año, con el fin de garantizar su buen funcionamiento. Los costos estimados por mantenimiento por tonelada para estos equipos se estiman en \$23.000, de acuerdo con la revisión de los precios del mercado. Con base en estos criterios, el valor anual estimado de cada mantenimiento preventivo es de \$13.800.000.

Por último, entre los costos de operación se estimó un valor de repotenciación de los equipos de \$63.000.000. Este valor se estima como un porcentaje del 10% del valor de los costos de los equipos.

Esta repotenciación del sistema de aire acondicionado se estima que se hará a los 5 años de la puesta en marcha de los equipos.

Tabla 15. Costos de la fase de operación – Alternativa 2.

Ítem	Descripción	Valor estimado (\$/Anual)
1	Consumo eléctrico.	18.837.915
2	Mantenimiento preventivo.	13.800.000
Valor fase de operación alternativa 2.		32.637.915

Alternativa No. 3. Sistema de aire acondicionado refrigerante variable –SVR– con un recuperador de energía

Para realizar el cálculo de los costos de energía asociados a esta alternativa se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, sobre el cálculo anual del consumo energía de dichos equipos:

- Consumo promedio: 0,85 kWh/ TR (Tonelada de refrigeración).
- Valor del kWh = 393 \$/kWh.
- Horas de funcionamiento / día: 2 horas.
- Carga al 50 % (350 personas): 75 TR.

Con base en los criterios anteriores se obtuvo un valor anual por concepto de consumo de energía de \$9.755.506.

Para el caso del mantenimiento preventivo de los equipos, los fabricantes recomiendan cuatro (4) intervenciones por año con el fin de garantizar su buen funcionamiento. Los costos estimados por mantenimiento por tonelada para estos equipos se estiman en \$30.000, de acuerdo con la revisión de los precios del mercado.

Con base en estos criterios, el valor anual estimado de cada mantenimiento preventivo es de \$12.000.000.

Por último, entre los costos de operación se estimó un valor de repotenciación de los equipos de \$39.000.000. Este valor se estima como un porcentaje del 10 % del valor de los costos de los equipos.

Esta repotenciación del sistema de aire acondicionado, se estima que se hará a los 5 años de la puesta en marcha de los equipos.

Tabla 16. Costos de la fase de operación – Alternativa 3.

Ítem	Descripción	Valor estimado (\$)/Anual
1	Consumo eléctrico.	9.755.506
2	Mantenimiento preventivo.	12.000.000
Valor fase de operación y mantenimiento.		21.755.506

6. PROGRAMACIÓN Y CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Para la elaboración del cronograma de actividades se contemplan las actividades requeridas para el desarrollo de cada una de las fases del proyecto.

Durante la fase de diseño se menciona cada uno de los estudios, los cuales permitirán establecer el alcance real de los trabajos. Estos permitirán establecer los términos contractuales requeridos para la fase de construcción y montaje.

Los estudios que se deben tener en cuenta en esta fase, son: estudio de carga térmica, arquitectónico, eléctrico y rediseño estructural. Este último nos permitirá determinar la capacidad de las placas de concreto existentes en la ICCC.

Durante la fase de construcción y montaje se contempla la elaboración de los términos de referencia, los cuales permiten iniciar el proceso de contratación, seguido del paso de adjudicación.

Una vez se adjudica el contrato de obra se inician las actividades de construcción, las cuales tienen como hito importante la colocación de las órdenes de compra de los nuevos equipos del sistema de aire acondicionado.

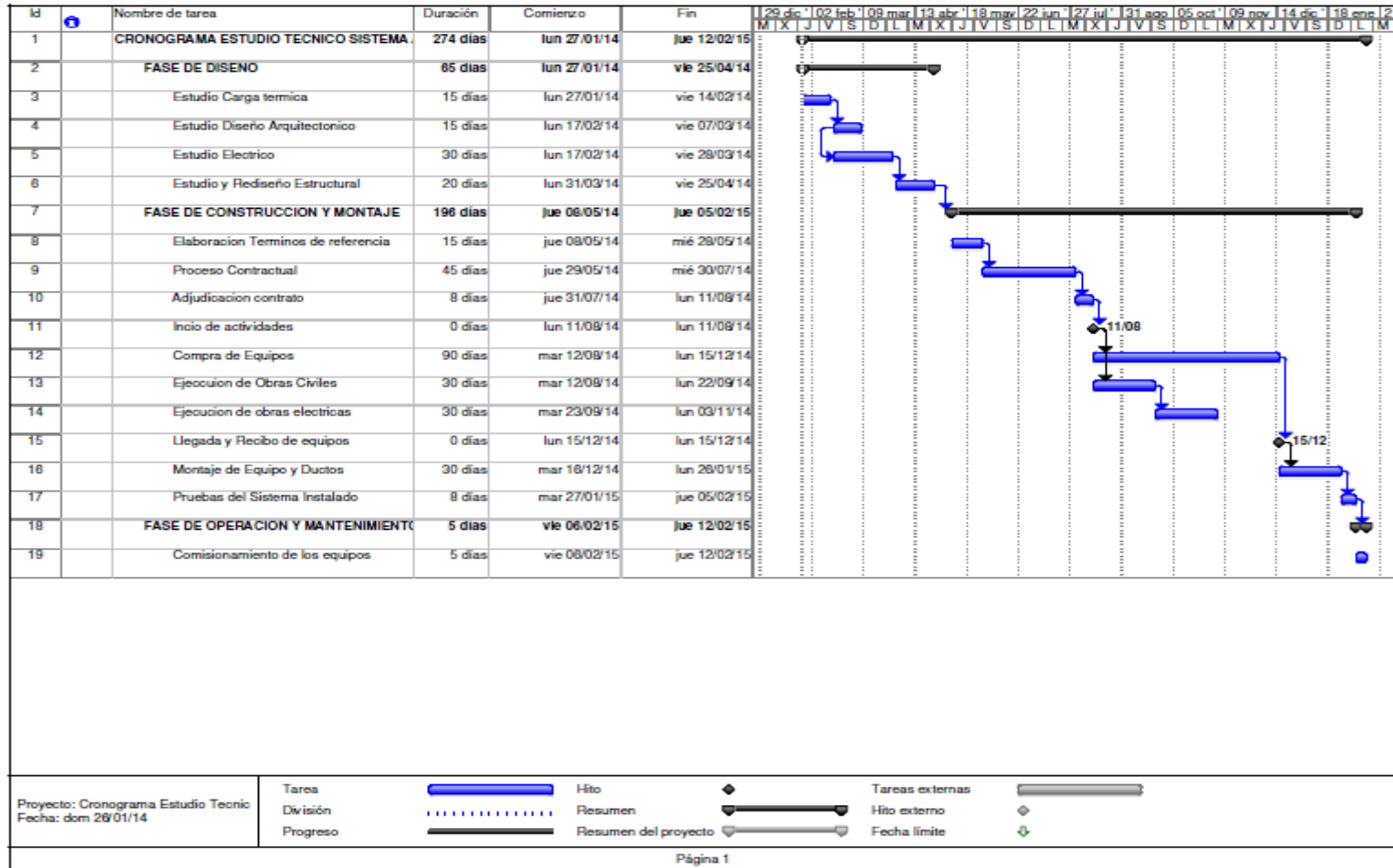
De acuerdo con lo anterior, se inician las labores de obras civiles y eléctricas con el fin de que a la llegada de los equipos se inicie su instalación material y la conexión al sistema de ductos de aire acondicionado.

Una vez estén instalados y conectados todos los equipos, se adelantan las pruebas y su puesta en marcha.

Para la fase de operación y mantenimiento se contará con la asistencia del especialista, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos y para recibir el entrenamiento adecuado por el personal que operará y mantendrá los nuevos sistemas instalados.

A continuación se presenta en la Figura 11 un cronograma de las actividades del proyecto para cada una de las fases.

Figura 11. Cronograma del proyecto



7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES

7.1. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Para cada una de las fases del proyecto se deberá solicitar en los términos contractuales la experiencia mínima en suministro y montaje de sistemas de aire acondicionado en área comercial o industrial.

Así mismo, el personal electricista deberá cumplir con la normatividad de ley. Con lo establecido en el RETIE cada trabajador electricista deberá estar certificado por una institución oficial.

El personal seleccionado para estos trabajos deberá demostrar experiencia en montajes de sistemas de aire acondicionado.

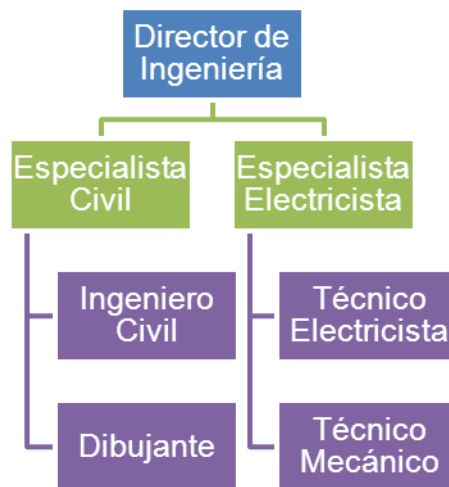
La firma encargada del montaje deberá contar con la representación del fabricante, para garantizar el respaldo durante el montaje y puesta en marcha de los equipos.

El contratista constructor deberá entregar dos (2) copias con pasta rígida y medio magnético del Manual de mantenimiento, que estará enfocado al cuidado, descripción del sistema, recomendaciones y operación de las unidades. Dicho Manual estará dirigido al usuario final. Adicionalmente, se deben entregar dos copias (física y magnética), del Manual general de operación y mantenimiento, que contenga cada uno de los equipos y sistemas instalados indicando marcas, modelos, seriales, diagramas de flujo para solución de fallas, curvas de funcionamiento, lista de repuestos, recomendaciones de los fabricantes sobre los aceites y grasas para usar en la conservación de las máquinas, frecuencia de

estos lubricantes y el programa del mantenimiento preventivo, entre otros, con destino al personal de administración del edificio.

Fase de diseño. Durante la fase de diseño es necesario contar con personal que cuente con la experiencia en desarrollo de Ingenierías de sistemas de aire acondicionado para áreas comerciales o industriales. Para esta fase es necesario contar con un profesional que lidere el desarrollo de la ingeniería. Este, a su vez, debe contar con el apoyo de un técnico electricista o un mecánico. Para esta fase se debe contar con un profesional en obras civiles, por las condiciones específicas del lugar y sus dimensiones físicas.

Figura 12. Esquema de trabajo de la fase de diseño



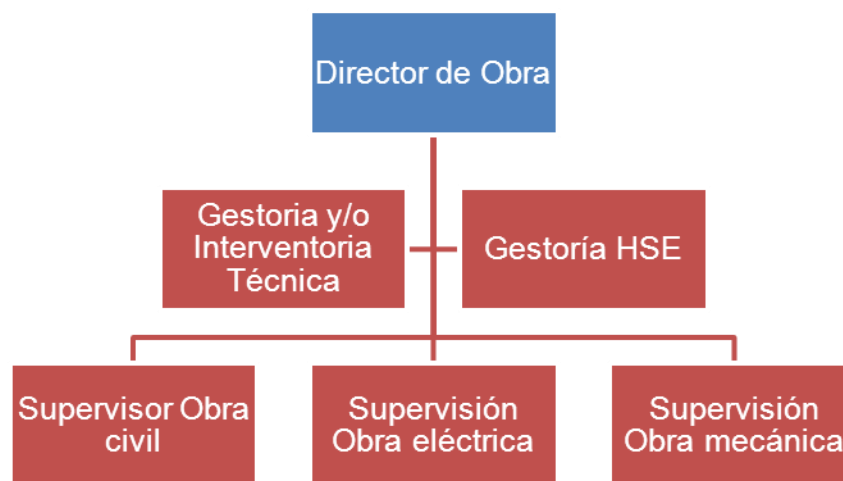
Fase de construcción. En la fase de construcción se requiere que haya un contratista con un personal requerido, una gestoría técnica con determinado personal y una supervisión.

La gestoría técnica deberá contar con un profesional electricista y un mecánico. Estos deberán hacer cumplir las especificaciones técnicas de montaje. La fase de

construcción u obra física estará, a su vez, bajo la supervisión de un profesional o un técnico con experiencia en montaje de equipos industriales o comerciales.

Para esta fase se debe contar con un profesional en higiene, seguridad y ambiente (HSE), con el fin de garantizar el cumplimiento de las normas HSE plasmadas en el contrato, y para garantizar la seguridad del personal.

Figura 13. Esquema administrativo de la fase de construcción.



Fase de operación

Durante la fase de construcción se debe garantizar el entrenamiento de personal en el manejo y funcionamiento de los equipos. Para esto se debe contar con toda la información del montaje y manuales de funcionamiento de los equipos.

El mantenimiento de los equipos debe garantizarse a través de un técnico con amplia experiencia en mantenimiento en sistemas de aire acondicionado, en sistemas industriales o comerciales; o contratar a una compañía con la experiencia del caso.

7.2. ASPECTOS LEGALES

En la autorización del proyecto interviene el Municipio de Barrancabermeja a través de la Secretaría de Planeación Municipal, la cual regula la Curaduría Municipal, que es la que, finalmente, se encarga de emitir la licencia de construcción con los parámetros establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio. En el caso del proyecto, la licencia deberá ser otorgada con la modalidad de licencia para reforma.

Respecto a las modificaciones de tipo estructural del proyecto, en caso de que estas se requieran, ellas se registrarán de acuerdo a lo establecido por la Ley 400 de 1997, en la que se encuentran establecidos los criterios y requisitos necesarios para el diseño, construcción y supervisión técnica de las obras civiles.

Será necesario realizar las actas de entorno y actas de vecindad para verificar el estado de los espacios públicos e inmuebles vecinos, con el fin de evitar sanciones o reclamaciones durante o después de la construcción del proyecto.

Con relación a los aspectos ambientales, el proyecto tiene en cuenta lo establecido en la Ley 9 de 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias, entre las cuales se encuentran algunas directamente relacionadas con las actividades que se desarrollarán durante la construcción del proyecto. Para ello se prevén las medidas necesarias, con el fin de dar cumplimiento a lo exigido por la ley. Sin embargo, el proyecto no requiere licencia ambiental de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010, por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Como en Colombia no existen códigos oficiales sobre especificaciones y materiales para algunas subactividades del aire acondicionado y ventilación mecánica, se deja constancia de que el presente proyecto se registrará de acuerdo

con las normas pertinentes de la «*AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE), AIA, ANSI, NTC, IEC, ASME, NEMA, NEC SMACNA, ASTM, AMCA, ARI, CTI*, Ministerio de Protección Social y Ministerio de Minas y Energía de Colombia y otras de los Estados Unidos o EUROVENT europeas.

Para la fase de construcción se deberá tener en cuenta el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Resolución No. 90708 del 30 de agosto de 2013, «Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE—, cuya función principal es la de garantizar la seguridad de las personas y la preservación del medioambiente.

8. ASPECTOS AMBIENTALES

8.1. CALIDAD DEL AIRE

A partir de la firma de protocolo de Montreal, en el año 1987, del cual Colombia hace parte, se busca la eliminación de la producción y el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono; se estableció, por lo tanto, de obligatorio cumplimiento en el país a partir de la aprobación de la Ley 29 de 1992.

En vista de que los sistemas de aire acondicionado emplean sustancias refrigerantes para el proceso de condensación, se verificó que las características de dicho refrigerante estén de acuerdo con lo establecido en la legislación ambiental actual; por ello, se deja claro que los equipos considerados entre las alternativas para evaluar emplean la sustancia R410A, que no atenta contra la capa de ozono y se ajusta a la normativa actual, puesto que no se encuentra prohibida en los anexos A, B y C del protocolo de Montreal.⁵

8.2. EMISIÓN DE RUIDO

Con relación a las emisiones de ruido de los sistemas de aire acondicionado, la Resolución 0627 de 2006 establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido

⁵ Véase: Ley 29 de 1992, por medio de la cual se aprueba el «Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono», suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987, con sus enmiendas adoptadas en Londres el 29 de junio de 1990 y en Nairobi el 21 de junio de 1991. http://www.minambiente.gov.co/documentos/ley_0029_281292.pdf

Véase: Resolución 2329 «Por la cual se prohíbe la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los grupos II y III, del anexo C del protocolo de Montreal; se establecen medidas para controlar las importaciones de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en el Grupo I del anexo C, del protocolo de Montreal, y se adoptan otras disposiciones». http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/resolucion/res_2329_261212.pdf

ambiental. En ese sentido se ha verificado entre las características técnicas de los equipos de aire acondicionado contemplados en las alternativas por evaluar que los decibeles producidos durante el funcionamiento no superen los establecidos en la mencionada resolución. Adicionalmente, se prevé hacer las mediciones de emisión de ruido respectivas de acuerdo con lo establecido en la citada norma; para el caso de la ubicación de la ICCC en la ciudad de Barrancabermeja, de acuerdo con el POT, ella se encuentra en un sector B, en el cual están estipulados la tranquilidad y el ruido moderado; se admite máximo una emisión de ruido de 65 dB en el día y 55 dB en la noche. Se ha tomado para este caso como emisión máxima 55 dB, en vista de que los horarios, según la Resolución 0627, están estipulados de las 7:01 a las 21:00 horas, como diurno; y de las 21:01 a las 7:00 horas, como nocturno; y las actividades de la Iglesia ICCC, regularmente, superan los toques del horario diurno⁶.

8.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Teniendo en cuenta que las características del proyecto no implican tramitar licencia ambiental, se presenta la matriz de impacto ambiental para cada una de las alternativas con el fin de evaluar este aspecto en el análisis técnico del proyecto y determinar las medidas sanitarias que requieran ser implementadas durante su ejecución, con el fin de dar cumplimiento a lo exigido por la ley.

Para la evaluación de impacto ambiental se utilizó la metodología EPM (Empresas Públicas de Medellín), también conocido como «Método Arboleda», el cual ha sido avalado por las autoridades ambientales nacionales y por entes internacionales como el Banco Mundial y el BID.⁷

⁶ Véase: Resolución 0627 de 2006 por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982#0>

⁷. ARBOLEDA G Jorge A Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades - . – Medellín, Colombia – 2008.

El análisis realizado para cada alternativa a través de la matriz de evaluación de impactos ambientales, se encuentra en el anexo 2 del documento.

Tabla 17. Rangos de calificación y criterios de la importancia del impacto ambiental.

CALIFICACIÓN AMBIENTAL (puntos)	IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante.
>2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo o moderado.
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante.
> 7.5	Muy significativo o grave.

Fuente: ARBOLEDA G Jorge A.. Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades -

Del resultado del análisis se obtuvo para la Alternativa 1 una calificación de -4.9; para la alternativa 2, una calificación de (-2.3); y para la alternativa 3, una calificación de (-1,9), de lo cual, de acuerdo con los parámetros establecidos en el método (ver Tabla 14), se concluye que la mejor opción, desde el punto de vista ambiental, corresponde a la Alternativa No.3. Se determinó que la importancia del impacto producido por el proyecto al encontrarse bajo una calificación inferior o igual a 2.5 es poco significativo, o irrelevante.

9. EVALUACIÓN FINANCIERA

9.1. CONDICIONES GENERALES

Para realizar la evaluación financiera de cada una de las alternativas, se tuvieron en cuenta los criterios más relevantes de acuerdo con su importancia y diferenciación en costo, para identificar cuál es la alternativa más favorable a los intereses del proyecto. En ese sentido, se tomaron como las variables más relevantes para evaluar los costos iniciales de cada inversión, por consumo de energía y por eficiencia en el mantenimiento.

Con respecto a los indicadores generales como inflación, tasa de descuento y los tiempos de depreciación, se establecieron de la siguiente manera:

Inflación. De acuerdo con proyecciones inflacionarias de fuentes gubernamentales y bancarias, se estableció para el flujo de caja del proyecto un indicador inflacionario del 3 %.⁸ Esto, con el fin de realizar la evaluación a precios corrientes, puesto que cuando se evalúa a pesos constantes se descarta el fenómeno inflacionario y se asume que el proyecto se encuentra en una economía sin variaciones en el precio de los productos, en la cual los pesos conservan el poder adquisitivo constante. Siempre suponiendo que la evaluación sucede a pesos de hoy y por lo tanto se trabaja con el índice de precios de ahora.⁹

⁸ MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO – Marco fiscal de mediano plazo, numeral 5.2 Principales supuestos macroeconómicos. [en línea] Disponible en:<http://www.irc.gov.co/portal/page/portal/irc/es/infiscal/MARCO%20FISCAL%20DE%20MEDIA%20PLAZO%202013.PDF>.

Grupo Helm - [en línea] Disponible en:<https://www.grupohelm.com/actualidad-economica/proyecciones-macroeconomicas/>

⁹ Un consumidor se podrá olvidar de la inflación cuando el mayor valor en el valor de la canasta de bienes y servicios que él consume, sea idéntico al incremento de su salario. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER [en línea] Disponible en:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010045/Lecciones/Cap%209/9-1-6.htm>.

Tasa de descuento. Teniendo en cuenta que la financiación para el montaje del sistema de aire acondicionado se hará con recursos propios, sin recurrir a préstamos bancarios, y en vista de que la rentabilidad del capital de la ICCC proviene únicamente de los intereses de depósitos a término fijo, se toma la tasa de descuento según la tasa de interés de las corporaciones financieras (TCC).

Periodo de depreciación. Por otra parte, para el análisis de flujo de caja se toman los periodos de depreciación en línea recta: para la obra civil, redes eléctricas y el transformador, a 20 años; y para el montaje y equipos de aire acondicionado, a 10 años, de acuerdo con los estándares contables para estos activos.

Finalmente, se describen para cada alternativa los costos particulares que se encuentran incluidos entre los flujos de caja para cada una.

9.2. ALTERNATIVA No.1

Como ya se ha mencionado, esta alternativa plantea la instalación de un sistema de aire acondicionado convencional tipo Split Ducto, el cual cuenta con una capacidad estimada de 150 toneladas de refrigeración, cuyo valor, teniendo en cuenta la obra civil, instalaciones complementarias, montaje y todos los componentes que lo integran para la puesta en marcha del sistema de aire acondicionado asciende a \$719.000.000.

Con relación al costo de energía eléctrica por parte del sistema, este tiene un consumo por tonelada de refrigeración estimado en 1,80kW/Ton.

En cuanto al funcionamiento y mantenimiento del sistema de aire acondicionado, teniendo en cuenta que será utilizado una vez al día durante dos horas

consecutivas, será necesario realizar el mantenimiento periódicamente (cada tres meses), lo que implica un costo de \$20.000 por cada tonelada de refrigeración de la capacidad del sistema.

Adicional al mantenimiento periódico, el sistema de aire acondicionado requiere un *overhaul*, cada 5 años, necesario para su repotenciación; y se estima su valor en un 10 % del costo total de los equipos de aire acondicionado.

Tenidas en cuenta cada una de las variables mencionadas, se realizó el flujo de caja respectivo y se calculó el VPN para esta alternativa, lo que da un valor de **-\$1.037**. (Ver anexo 1).

9.3. ALTERNATIVA No.2

Para esta alternativa se plantea la instalación de un sistema de aire acondicionado refrigerante variable —SVR—, el cual cuenta con una capacidad estimada de 150 toneladas de refrigeración y cuyo costo, teniendo en cuenta la obra civil, instalaciones complementarias, montaje y todos los componentes que lo integran para la puesta en marcha del sistema de aire acondicionado, asciende a \$859.000.000.

Con relación al gasto de energía eléctrica por parte del sistema, este tiene un consumo por tonelada de refrigeración estimado en 0,85kW/Ton.

En cuanto al funcionamiento y mantenimiento del sistema de aire acondicionado, teniendo en cuenta que será utilizado una vez al día durante dos horas consecutivas, será necesario realizar el mantenimiento periódicamente (cada tres meses), lo que implica un costo de \$75.000 por cada tonelada de refrigeración de la capacidad del sistema.

Adicional al mantenimiento periódico, el sistema de aire acondicionado requiere un *overhaul*, cada 5 años, necesario para su repotenciación; y se estima su valor en un 10 % del costo total de los equipos de aire acondicionado.

Teniendo en cuenta cada una de las variables mencionadas, se adelantaron los cálculos del flujo de caja respectivo y se calculó el VPN para esta alternativa, el cual arrojó un valor de **-M\$1.090**. (Ver anexo 1).

9.4. ALTERNATIVA No.3

Para esta alternativa se plantea la instalación de un equipo refrigerante variable (SVR)+ paquete Inverter + RECUPERADOR DE ENERGÍA, el cual cuenta con una capacidad estimada de 100 toneladas de refrigeración, cuyo costo, teniendo en cuenta, la obra civil, instalaciones complementarias, montaje y todos los componentes que lo integran para la puesta en marcha del sistema de aire acondicionado asciende a \$665.000.000.

Con relación al gasto de energía eléctrica por parte del sistema, este tiene un consumo por tonelada de refrigeración estimado en 0,85kW/Ton.

Teniendo en cuenta cada una de las variables mencionadas, se adelantaron los cálculos del flujo de caja respectivo y se calculó el VPN para esta alternativa, dando un valor de **-M\$804**. (Ver anexo 1).

10. CONCLUSIONES

De acuerdo con lo visto en la metodología de la evaluación de proyectos, para llevar a cabo la evaluación técnica y financiera se requiere de conocimientos y elementos de cada uno de los aspectos que conforman los grupos de proceso planteados por la metodología del PMI, como los descritos en el Manual de ONUDI y demás análisis requeridos por los que el evaluador del proyecto considere pertinentes con el fin de garantizar el éxito del proyecto.

En vista de los altos costos que representa un sistema de aire acondicionado a la hora de adquirirlo, se resalta la importancia de evaluar diferentes alternativas que se ajusten, realmente, a las necesidades del recinto y que permitan establecer su eficiencia en cuanto al mantenimiento y el consumo eléctrico; teniendo en cuenta que no siempre en los proyectos que requieren sistemas de aire acondicionado en el país se hacen análisis exhaustivos, en los cuales se pueda determinar que el sistema para implementar corresponde de manera óptima y eficaz a las solicitudes del recinto por refrigerar.

Con relación a los factores ambientales que implican la utilización de sistemas de aire acondicionado, la Alternativa 3 es la de menor impacto, debido a sus características tecnológicas, las cuales hacen un uso eficiente del consumo de energía; además de la implementación del sistema recuperador de energía, que permite aprovechar el aire que se extrae del área para renovación, con el fin de disminuir la energía requerida para enfriar el aire que se renueva. Esta disminución de energía se ve reflejada en la optimización de la capacidad total requerida por el área para refrigerar.

De acuerdo con el análisis financiero realizado, se evidencia que el valor presente neto para cada una de las alternativas es negativo; se indica, desde el punto de vista financiero, que no hay beneficios económicos; y se concluye que este es un proyecto de costo necesario y que los beneficios se reflejan desde el punto de vista social, relacionados con mejorar la calidad del aire para obtener confort, ahorros energéticos y redundar en beneficio de la salud de las personas que asisten a la comunidad cristiana de la ICCC.

Finalmente los resultados obtenidos mediante los flujos de caja, indican que el costo de la primera alternativa es de –M\$1.037, el de la segunda de –M\$1.090 y la tercera de –M\$804.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que la alternativa con menor costo para la implementación de un sistema de aire acondicionado en la ICCC es la alternativa tres

11. RECOMENDACIONES

Durante la construcción se recomienda seguir a cabalidad los lineamientos establecidos en la NSR-2010, en especial durante la instalación del acero de refuerzo adicional para la repotenciación de la estructura existente, al aplicar a cabalidad la longitud de traslapos y los espesores de los recubrimientos.

Es fundamental verificar antes de su instalación que el acero de refuerzo cumpla con los parámetros de calidad y características solicitadas por la norma NSR-2010, con el fin de garantizar que no se produzcan fallas en la estructura por efectos de fatiga, debido a deficiencias en el refuerzo.

Teniendo en cuenta la temperatura ambiente de la ciudad de Barrancabermeja, es fundamental que la colocación del acero de refuerzo se realice a temperaturas inferiores a los 25 °C con el fin de evitar exudaciones del concreto, que, a edades tempranas, se traducen en bajas resistencias y agrietamientos en los elementos vaciados.

Durante la fase de construcción se deberán tener en cuenta las recomendaciones o regulaciones existentes para la aplicación de los soportes en concreto, para la instalación de los nuevos equipos.

Asimismo, las acometidas eléctricas deberán cumplir con las especificaciones técnicas definidas en los términos de referencia, la instalación de los conductores con las normas técnicas y de seguridad establecidas en la norma técnica colombiana NTC2050 y la *National Fire Protection Association NFPA 70E*.

Se recomienda, durante el proceso de puesta en marcha de los equipos, seguir los procedimientos de arranque de los fabricantes de los equipos.

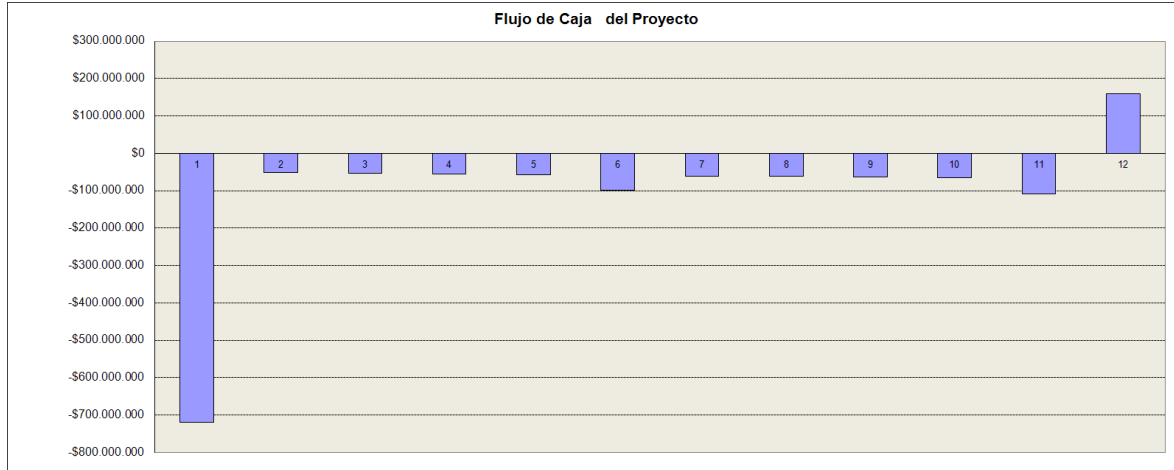
Se recomienda realizar a cabalidad los mantenimientos establecidos en los manuales de uso de los sistemas de aire acondicionado, dado que con estos parámetros está establecido el análisis financiero mediante el cual se determinó la viabilidad del proyecto mediante la implementación de la Alternativa 3.

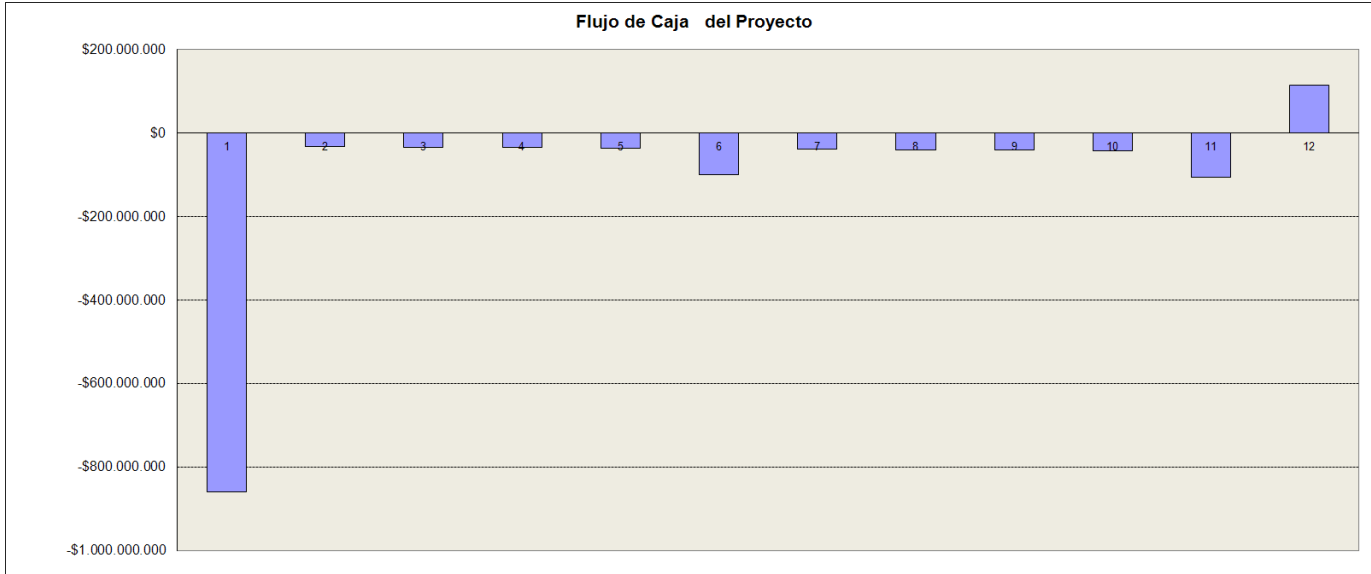
BIBLIOGRAFIA

- ALCALDÍA DE BARRANCABERMEJA. [en línea] Disponible en: <https://www.barrancabermeja.gov.co/institucional/Paginas/infomaciondelmunicipio.aspx>http://www.barrancabermeja-santander.gov.co/alcaldia/index.php?option=com_content&view=article&id=448:datgenbarrancabermeja&catid=111:catmenus&Itemid=688
- ARBOLEDA G Jorge A Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades - . – Medellín, Colombia – 2008.
- ARQUITECTURA PREFEB. [en línea] Disponible en: <http://blog.is-arquitectura.es/2007/06/08/aire-acondicionado-con-tecnologia-inverter/>
- BARRANCABERMEJA CIUDAD FUTURO [en línea] Disponible en: <https://www.barrancabermeja.gov.co/institucional/Paginas/infomaciondelmunicipio.aspx>
- DANE [en línea] Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIU_Rev4ac.pdf
- GASNATURAL FENOSA [en línea] Disponible en: <http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/camaras-frigorificas-industriales> #ancla.
- -Google Earth - <http://www.google.com/earth/explore/products/plugin.html>

- MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO – Marco fiscal de mediano plazo, numeral 5.2 Principales supuestos macroeconómicos. [en línea] Disponible en:
<http://www.irc.gov.co/portal/page/portal/irc/es/infofiscal/MARCO%20FISCAL%20DE%20MEDIANO%20PLAZO%202013.PDF>.
- MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA. {en Línea} Disponible en:
<http://www.barrancabermeja-santander.gov.co/alcaldia>
- TRUJILLO VERA Diego Alejandro Sistemas de Refrigeración y Aires Acondicionados [en Línea] Disponible en.
<http://www.si3ea.gov.co/eure/6/inicio.html>
- UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER [en línea] Disponible en:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010045/Lecciones/Cap%209/9-1-6.htm>.

ANEXOS





FLUJO DE CAJA

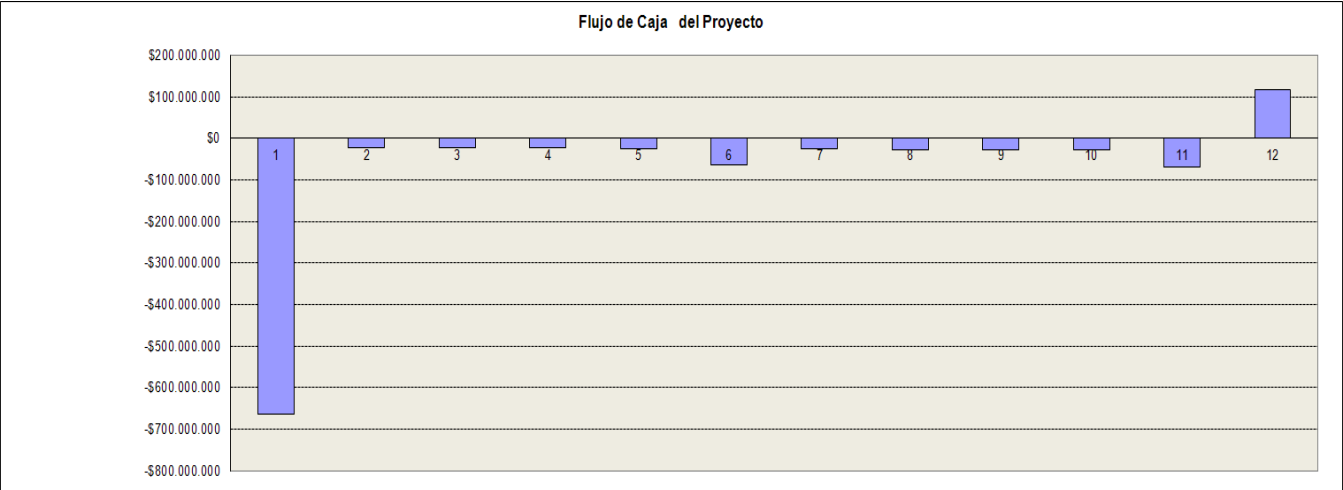
Alternativa 3

SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO REFRIGERANTE VARIABLE SVR
MAS UN RECUPERADOR DE ENERGIA

DATOS DE ENTRADA

Consumo Promedio / Toneladas de Refrigeración (KW/TR)	0,85
COSTO \$/KW/H	\$ 305,28
Consumo Energía KW/H	42,5
Carga TR	100
Carga TR al 50%	50
Costo Mantenimiento / Tonelada	30,000
Numero de Mantenimientos / año	4
Numero de sesiones día	1
Duración Horas/día	2

Período	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INDICADORES ECONÓMICOS												
Inflación		3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Factor	1,00	1,0300	1,0609	1,0927	1,1255	1,1593	1,1941	1,2299	1,2668	1,3048	1,3439	1,3842
Depreciación línea recta 10 años		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Depreciación línea recta 20 años		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Tasa de descuento	4,09%											
Factor de descuento	1,00	0,96	0,92	0,89	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64
INVERSIONES												
Equipo y montaje sistema aire acondicionado		\$390.000.000										
Sistema Recuperador de Energía		\$70.000.000										
Obra Civil (Modif. Estruc y Arquitect)		\$110.000.000										
Redes eléctricas y Transformador (225 Kva)		\$70.000.000										
Gestoría Técnica		\$25.000.000										
INVERSIÓN TOTAL		\$665.000.000										
COSTOS DE OPERACIÓN												
Consumo eléctrico		\$9.755.506	\$10.048.171	\$10.349.616	\$10.660.104	\$10.979.908	\$11.309.305	\$11.648.584	\$11.998.041	\$12.357.983	\$12.728.722	
Mantenimiento trimestral (Valor anual)		\$12.000.000	\$12.730.800	\$13.112.724	\$13.506.106	\$13.911.289	\$14.328.628	\$14.758.486	\$15.201.241	\$15.657.278	\$16.126.997	
Overhaul (Repotenciar)	10%					\$39.000.000					\$39.000.000	
TOTAL COSTOS (Operación)		\$21.755.506	\$22.778.971	\$23.462.340	\$24.166.210	\$24.891.196	\$25.637.932	\$26.407.070	\$27.199.282	\$28.015.261	\$28.855.719	
Depreciaciones		\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	\$54.750.000	
Depreciaciones Acumuladas		\$54.750.000	\$109.500.000	\$164.250.000	\$219.000.000	\$273.750.000	\$328.500.000	\$383.250.000	\$438.000.000	\$492.750.000	\$547.500.000	
VALOR TERMINAL												\$117.500.000
FLUJO DE CAJA												
INVERSIÓN TOTAL	\$665.000.000											
TOTAL COSTOS (Operación)		\$21.755.506	\$22.778.971	\$23.462.340	\$24.166.210	\$24.891.196	\$25.637.932	\$26.407.070	\$27.199.282	\$28.015.261	\$28.855.719	
TOTAL VALOR TERMINAL												\$117.500.000
FLUJO DE CAJA	\$-665.000.000	\$-21.755.506	\$-22.778.971	\$-23.462.340	\$-24.166.210	\$-24.891.196	\$-25.637.932	\$-26.407.070	\$-27.199.282	\$-28.015.261	\$-28.855.719	\$117.500.000
FLUJO DE CAJA DESCONTADO	\$-665.000.000	\$-20.900.668	\$-21.024.036	\$-20.803.878	\$-20.586.026	\$-20.371.271	\$-20.157.142	\$-19.946.062	\$-19.737.193	\$-19.530.510	\$-19.324.074	\$75.602.955
FLUJO ACUMULADO DESC.	\$-665.000.000	\$-685.900.668	\$-706.924.704	\$-727.728.582	\$-748.314.608	\$-768.601.879	\$-788.591.021	\$-808.186.083	\$-827.389.275	\$-846.104.786	\$-864.339.860	\$-849.815.904
VPN		(\$ 849.815.904,15)										



Anexo B. Matriz para evaluación de impactos ambientales para la comparación de alternativas por el método EPM.

EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
ALTERNATIVA 1: Sistema de aire acondicionado tipo Split
(Método EPM o método Arboleda)

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
FASE DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS	Construcción y Montaje de equipos	Social	Transporte y acarreo	Incremento del tráfico vehicular	Incremento riesgos de accidentalidad debido al uso de vehiculos durante el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	0,4	0,7	0,05	0,05	-0,158	
		Aire	Transporte y acarreo	Generación de polvo.	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado debido al uso de vehiculos para el transporte de personal y acarreo de meteriales y equipos	-	1,0	0,99	0,05	0,03	-0,3579	
		Aire	Transporte y acarreo	Generación de ruido	Incremento de niveles de ruido debido al uso de vehiculos motorizados para el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,99	0,05	0,05	-0,4965	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Social	Contratación de personal	Generación de empleo durante la construcción y montaje de equipos	Generación de empleo debido a la contratación de personal que llevara a cabo la ejecución de las obras civiles y el montaje de los equipos.	+	1,0	0,99	0,19	0,3		2,649
		Aire	Excavaciones para instalación de transformador	Producción de polvo	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado durante las excavaciones para la construcción de las bases del transformador	-	0,8	1,0	0,06	0,05	-0,424	
		Aire	Generación de gases	Generación de gases por consumo de combustible	Contaminación del aire debido a la generación de gases resultantes del consumo de combustible por parte de los vehículos utilizados durante el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,8	0,19	0,05	-0,85	
		Suelo	Excavaciones para instalación de transformador	Generación de residuos sólidos	Contaminación suelos debido a la generación de residuos sólidos durante las excavaciones para la construcción de las bases del transformador	-	0,3	1,0	0,05	0,03	-0,108	
		Suelo	Demolicion de	Generación de	Contaminación suelos	-	0,3	0,9	0,1	0,08	-0,2412	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
			elementos estructurales y acabados existentes	residuos sólidos	debido a la generación de residuos sólidos durante la demoliciones necesarias para reformar la estructura que permita el montaje de los equipos del sistema de AA							
		Aire	Demolición de elementos estructurales y acabados existentes	Producción de polvo	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado durante la demoliciones necesarias para reformar la estructura que permita el montaje de los equipos del sistema de AA	-	0,9	0,9	0,1	0,1	-0,837	
		Suelo	Operación maquinaria y equipos	Generación de residuos peligrosos (pinturas, varsol, trapos y brochas impregnados con sustancias químicas como pinturas y otros)	Contaminación suelos debido a la generación de residuos peligrosos (pinturas, varsol, trapos y brochas impregnados con sustancias químicas como pinturas y otros) utilizados durante la construcción y montaje de los equipos.	-	0,4	0,8	0,15	0,05	-0,292	
		Paisaje	Levantamiento de estructuras	Conformación de elementos	Deterioro paisaje natural, durante la	-	1,0	0,9	0,15	0,05	-0,765	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
				artificiales en el paisaje	ejecución de las obras afectándose la calidad visual, debido a las demoliciones, excavaciones acopios de material y equipos.							
		Agua	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación del agua durante el mantenimiento de equipos de construcción debido a vertimientos de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros) en las redes de drenaje,	-	0,8	0,9	0,19	0,15	-1,212	
		Suelo	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación suelos durante el mantenimiento de equipos de construcción debido a la generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	-	0,6	0,9	0,19	0,08	-0,6444	
		Agua	Consumo de agua	Consumo de agua en las actividades diarias	Agotamiento del recurso agua debido al consumo de agua en las actividades diarias concernientes a la ejecución del proyecto.	-	1,0	0,9	0,19	0,1	-1,2	
		Agua	Consumo de energía	Consumo de energía	Presión sobre los recursos naturales	-	1,0	0,9	0,19	0,1	-1,2	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
			eléctrica	eléctrica	debido al consumo de energía eléctrica durante el uso de los equipos de construcción (Concretadora, taladros, martillo percutor, cortadoras, otros)							
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación y Mantenimiento	Suelo	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación suelos durante el mantenimiento de los equipos del sistema de aire acondicionado, debido a la generación de residuos peligrosos (Aceites, grasas, combustibles, sustancias químicas y otros)	-	0,4	1,0	0,99	0,05	-1,328	
		Suelo	Almacenamiento de combustibles, materiales y otros insumos	Derrame de combustibles, materiales y otros insumos	Contaminación suelos debido a almacenamiento inadecuado de combustibles, materiales y otros insumos necesarios para el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado	-	0,3	1,0	0,99	0,02	-0,933	
		Agua	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento de los equipos	Presión sobre los recursos naturales debido al consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento de los equipos	-	1,0	1,0	0,99	0,2	-4,37	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Social	Operación del sistema de aire acondicionado	Generación de bienestar en la comunidad durante las sesiones de la ICC	Generación de bienestar en la comunidad durante las sesiones de la ICC debido a la operación del sistema del Aire acondicionado.	+	1,0	1,0	0,99	0,7		7,87
					TOTAL ABSOLUTO						-15,417	10,519
					IMPACTO NETO						-4,898	

EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
ALTERNATIVA 2: Sistema de aire acondicionado refrigerante variable SVR
(Método EPM o método Arboleda)

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presen- cia	Evoluci- ón	Duraci- ón	Magnit- ud	Calificación Ambiental	
											-	+
FASE DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS	Construcción y Montaje de equipos	Social	Transporte y acarreos	Incremento del tráfico vehicular	Incremento riesgos de accidentalidad debido al uso de vehiculos durante el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	0,4	0,7	0,03	0,03	-0,0948	
		Aire	Transporte y acarreos	Generación de polvo.	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado debido al uso de vehiculos para el transporte de personal y acarreo de meteriales y equipos	-	1,0	0,99	0,03	0,02	-0,2286	
		Aire	Transporte y acarreos	Generación de ruido	Incremento de niveles de ruido debido al uso de vehiculos motorizados para el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,99	0,03	0,03	-0,2979	
		Social	Contratación de personal	Generación de empleo durante la construcción y montaje de equipos	Generación de empleo debido a la contratación de personal que llevara a cabo la ejecución de las obras civiles y elmontaje de los equipos.	+	1,0	0,99	0,19	0,3		2,649

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Aire	Excavaciones para instalación de transformador	Producción de polvo	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado durante las excavaciones para la construcción de las bases del transformador	-	0,8	1,0	0,06	0,05	-0,424	
		Aire	Generación de gases	Generación de gases por consumo de combustible	Contaminación del aire debido a la generación de gases resultantes del consumo de combustible por parte de los vehículos utilizados durante el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,8	0,19	0,04	-0,794	
		Suelo	Excavaciones para instalación de transformador	Generación de residuos sólidos	Contaminación suelos debido a la generación de residuos sólidos durante las excavaciones para la construcción de las bases del transformador	-	0,3	1,0	0,05	0,03	-0,108	
		Suelo	Demolicion de elementos estructurales y acabados existentes	Generación de residuos sólidos	Contaminación suelos debido a la generación de residuos sólidos durante la demoliciones necesarias para reformar la estructura que permita el montaje de los equipos del sistema de AA	-	0,3	0,9	0,1	0,03	-0,1467	
		Aire	Demolicion de elementos estructurales y acabados existentes	Producción de polvo	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado durante la demoliciones necesarias para reformar la estructura que permita el montaje de los equipos del sistema de AA	-	0,9	0,9	0,1	0,03	-0,4401	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Suelo	Operación maquinaria y equipos	Generación de residuos peligrosos (pinturas, varsol, trapos y brochas impregnados con sustancias químicas como pinturas y otros)	Contaminación suelos debido a la generación de residuos peligrosos (pinturas, varsol, trapos y brochas impregnados con sustancias químicas como pinturas y otros) utilizados durante la construcción y montaje de los equipos.	-	0,4	0,8	0,15	0,03	-0,2472	
		Paisaje	Levantamiento de estructuras	Conformación de elementos artificiales en el paisaje	Deterioro paisaje natural, durante la ejecución de las obras afectandose la calidad visual, debido a las demoliciones, excavaciones acopios de material y equipos.	-	1,0	0,9	0,15	0,02	-0,576	
		Agua	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación del agua durante el mantenimiento de equipos de construcción debido a vertimientos de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros) en las redes de drenaje,	-	0,8	0,9	0,19	0,1	-0,96	
		Suelo	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación suelos durante el mantenimiento de equipos de construcción debido a la generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	-	0,6	0,9	0,19	0,05	-0,531	
		Agua	Consumo de agua	Consumo de agua en las actividades diarias	Agotamiento del recurso agua debido al consumo de agua en las actividades diarias concernientes a la ejecución del proyecto.	-	1,0	0,9	0,19	0,05	-0,885	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Agua	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	Presion sobre los recursos naturales debido al consumo de energía eléctrica durante el uso de los equipos de construcción (Concretadora, taladros, martillo percutor, cortadoras, otros)	-	1,0	0,9	0,19	0,05	-0,885	
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación y Mantenimiento	Suelo	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación suelos durante el mantenimiento de los equipos del sistema de aire acondicionado, debido a la generación de residuos peligrosos (Aceites, grasas, combustibles, sustancias químicas y otros)	-	0,4	1,0	0,99	0,03	-1,272	
		Suelo	Almacenamiento de combustibles, materiales y otros insumos	Derrame de combustibles, materiales y otros insumos	Contaminación suelos debido a almacenamiento inadecuado de combustibles, materiales y otros insumos necesarios para el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado	-	0,3	1,0	0,99	0,02	-0,933	
		Agua	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento de los equipos	Presion sobre los recursos naturales debido al consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento de los equipos	-	1,0	1,0	0,99	0,15	-4,02	
		Social	Operación del sistema de aire acondicionado	Generación de bienestar en la comunidad durante las sesiones de la ICC	Generación de bienestar en la comunidad durante las sesiones de la ICC debido a la operación del sistema del Aire acondicionado.	+	1,0	1,0	0,99	0,7		7,87
					TOTAL ABSOLUTO						-	10,519

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
											12,8433	
					IMPACTO NETO						-2,3243	

EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
ALTERNATIVA 3: Sistema de aire acondicionado refrigerante variable SVR con Recuperador de energía
(Método EPM o método Arboleda)

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
FASE DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE EQUIPOS	Construcción y Montaje de equipos	Social	Transporte y acarreo	Incremento del tráfico vehicular	Incremento riesgos de accidentalidad debido al uso de vehiculos durante el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	0,4	0,7	0,03	0,03	-0,0948	
		Aire	Transporte y acarreo	Generación de polvo.	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado debido al uso de vehiculos para el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,99	0,03	0,02	-0,2286	
		Aire	Transporte y acarreo	Generación de ruido	Incremento de niveles de ruido debido al uso de vehículos motorizados para el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,99	0,03	0,03	-0,2979	
		Social	Contratación de personal	Generación de empleo durante la construcción y montaje de	Generación de empleo debido a la contratación de personal que llevara a cabo la ejecución de las obras civiles y el montaje de los equipos.	+	1,0	0,99	0,19	0,3		2,649
		Aire	Excavaciones para instalación de transformado	Producción de polvo	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado durante las excavaciones para la construcción de las bases del transformador	-	0,8	1,0	0,06	0,05	-0,424	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Aire	Generación de gases	Generación de gases por consumo de combustible	Contaminación del aire debido a la generación de gases resultantes del consumo de combustible por parte de los vehículos utilizados durante el transporte de personal y acarreo de materiales y equipos	-	1,0	0,8	0,19	0,04	-0,794	
		Suelo	Excavaciones para instalación de transformado	Generación de residuos sólidos	Contaminación suelos debido a la generación de residuos sólidos durante las excavaciones para la construcción de las bases del transformador	-	0,3	1,0	0,05	0,03	-0,108	
		Suelo	Demolicion de elementos estructurales y acabados existentes	Generación de residuos sólidos	Contaminación suelos debido a la generación de residuos sólidos durante la demoliciones necesarias para reformar la estructura que permita el montaje de los equipos del sistema de AA	-	0,3	0,9	0,1	0,03	-0,1467	
		Aire	Demolicion de elementos estructurales y acabados existentes	Producción de polvo	Contaminación atmosférica debido a la generación de material particulado durante la demoliciones necesarias para reformar la estructura que permita el montaje de los equipos del sistema de AA	-	0,9	0,9	0,1	0,03	-0,4401	
		Suelo	Operación maquinaria y equipos	Generación de residuos peligrosos (pinturas, varsol, trapos y brochas impregnados	Contaminación suelos debido a la generación de residuos peligrosos (pinturas, varsol, trapos y brochas impregnados con sustancias químicas como pinturas y otros) utilizados durante la construcción y montaje de los equipos.	-	0,4	0,8	0,15	0,03	-0,2472	
		Paisaje	Levantamiento de estructuras	Conformación de elementos artificiales en el paisaje	Deterioro paisaje natural, durante la ejecución de las obras afectandose la calidad visual, debido a las demoliciones, excavaciones acopios de material y equipos.	-	1,0	0,9	0,15	0,02	-0,576	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
		Agua	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación del agua durante el mantenimiento de equipos de construcción debido a vertimientos de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros) en las redes de drenaje,	-	0,8	0,9	0,19	0,1	-0,96	
		Suelo	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación suelos durante el mantenimiento de equipos de construcción debido a la generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	-	0,6	0,9	0,19	0,05	-0,531	
		Agua	Consumo de agua	Consumo de agua en las actividades diarias	Agotamiento del recurso agua debido al consumo de agua en las actividades diarias concernientes a la ejecución del proyecto.	-	1,0	0,9	0,19	0,05	-0,885	
		Agua	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	Presión sobre los recursos naturales debido al consumo de energía eléctrica durante el uso de los equipos de construcción (Concretadora, taladros, martillo percutor, cortadoras, otros)	-	1,0	0,9	0,19	0,05	-0,885	
		Suelo	Mantenimiento de equipos	Generación de residuos peligrosos (Aceites, combustibles, sustancias químicas y otros)	Contaminación suelos durante el mantenimiento de los equipos del sistema de aire acondicionado, debido a la generación de residuos peligrosos (Aceites, grasas, combustibles, sustancias químicas y otros)	-	0,4	1,0	0,99	0,03	-1,272	

FASES	SUB-FASE	COMPONENTE	ASPI	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	Clase	Presencia	Evolución	Duración	Magnitud	Calificación Ambiental	
											-	+
FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación y Mantenimiento	Suelo	Almacenamiento de combustibles, materiales y otros	Derrame de combustibles, materiales y otros insumos	Contaminación suelos debido a almacenamiento inadecuado de combustibles, materiales y otros insumos necesarios para el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado	-	0,3	1,0	0,99	0,02	-0,933	
		Agua	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento de los equipos	Presión sobre los recursos naturales debido al consumo de energía eléctrica durante el funcionamiento de los equipos	-	1,0	1,0	0,99	0,1	-3,67	
		Social	Operación del sistema de aire acondicionado	Generación de bienestar en la comunidad durante las sesiones de la ICC	Generación de bienestar en la comunidad durante las sesiones de la ICC debido a la operación del sistema del Aire acondicionado.	+	1,0	1,0	0,99	0,7		7,87
					TOTAL ABSOLUTO						-12,4933	10,519
					IMPACTO NETO						-1,9743	