

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL ÁREA
ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE
LOS REMEDIOS DEL DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL DE
RIOHACHA**

ALBERTO ALVARADO ROJAS

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA – SANTANDER**

2019

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL ÁREA
ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE
LOS REMEDIOS DEL DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL DE
RIOHACHA**

ALBERTO ALVARADO ROJAS

DIRECTOR:

ING. JUAN CARLOS VILLAMIZAR

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA – SANTANDER**

2019

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	10
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	20
4.1.1 Riohacha.....	20
Figura N° 1. Localización de Riohacha (ubicación del área de estudio).....	20
4.1.2 Hospital Nuestra señora de Los Remedios	21
Figura N° 2. Organigrama del Hospital Nuestra Señora de los Remedios	22
Figura N°3. Ubicación del Hospital Nuestra Señora de los Remedios	23
4.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	23
4.3 MARCO CONCEPTUAL	25
4.3.1 Energía renovable	25
4.3.2 ventajas principales de las energías renovables.....	26
4.3.3 Radiación solar	27
Figura N° 4. La Radiación solar.....	27
4.3.4 Geometría Solar	28
Figura N° 5. Geometría solar.....	28
4.3.5 Horas de Sol	29
Figura N°6. Hora pico	29
4.3.6 Paneles solares.....	30
Figura N° 7. Sistema de obtención de energía solar.....	30
Figura N° 8. Sistema de un panel solar	31
4.3.7 Células fotovoltaicas	31
Figura N° 9. Funcionamiento de una célula de Silicio.....	32
Figura N° 10. Árbol de tecnologías fotovoltaicas.....	33

Figura N° 11. Tecnologías fotovoltaicas más comunes.....	34
Tabla N° 1. Eficiencia de las Células Fovovoltaicas.....	34
4.4 MARCO LEGAL.....	35
Tabla N° 2. Fundamentos Normativos.....	35
5. ESTADO DEL ARTE.....	37
6. METODOLOGÍA.....	40
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	40
6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
6.2.1 Fuente de información primaria.....	40
6.2.2 Fuentes de información secundaria.....	41
6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
6.4 TECNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
6.5 ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	42
6.5.1 Trabajo de campo para recolección de datos.....	42
6.5.2 Recolección de información secundaria como lo son los mapas solares, entre otros	42
6.5.3 Elaboración de Estudio Técnico en donde se realizaran los cálculos correspondientes .	42
6.5.4 Plasmar los estudios de mercado, económicos, y ambientales para determinar los costos y beneficios del proyecto.....	43
6.5.5 Realizar un cuadro comparativo de ventajas y desventajas del proyecto para definir la viabilidad de su implementación.....	44
7. ESTUDIO TÉCNICO.....	45
7.1 DATOS OBTENIDOS EN CAMPO.....	45
Tabla N° 3. DATOS OBTENIDOS EN CAMPO.....	47
7.2 DATOS OBTENIDOS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	48
Figura N° 12. Mapa de Irradiación del IDEAM.....	48
Figura N° 13. Mapa de horas sol del IDEAM.....	50
7.3 CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL REQUERIMIENTO ENERGÉTICO DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	51
Tabla N° 4. CALCULO DE REQUERIMIENTO ENERGETICO.....	51
7.4 CÁLCULO DE LOS PANELES SOLARES A IMPLEMENTAR Y EL INVERSOR.....	52
Figura N° 14. Panel Solar 310W 24V Policristalino Atersa y Área de instalación en el hospital.....	55
Figura N° 15. Planta fotovoltaica, Centro Comercial Viva Wajiira.....	56

Figura N° 16. Inversor Red 50000W INGECON Sun Power 50 kW	57
Figura N° 16.1 transformadores en paralelo, caja de fusibles y cableado.....	58
8. ESTUDIO DE MERCADO.....	60
8.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	60
8.2.1 Oferta del producto o servicio	61
8.2.2 Precios o tarifas de producto o servicio.....	61
8.2.3 Naturaleza y usos del producto	62
9. ESTUDIO AMBIENTAL.....	63
9.1 METODOLOGÍA PARA ESTUDIO AMBIENTAL	63
Tabla N° 5. Lista de Acciones Susceptibles de Producir Impacto (ASPI)	64
9.3 MATRIZ DE IMPACTOS	65
Tabla N° 6. Matriz de impactos.....	66
9.3.1 Análisis de la matriz	66
9.4 Plan de manejo ambiental	67
Tabla N° 7. Plan de Manejo Ambiental del proyecto.....	68
10. ESTUDIO ECONÓMICO	71
10.1 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN.....	72
Tabla N° 8. Costo Total del sistema	73
10.2 CONSUMO DE ENERGÍA DEL HOSPITAL SEGÚN ELECTRICARIBE	74
Figura N° 17. Cuenta de Cobro de Consumo de Energía del EDS Nuestra Señora de los Remedios por Electricaribe.....	74
10.3 RETORNO DE LA INVERSIÓN	76
11. COMPARACIÓN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS	77
Tabla N° 9. Ventajas y desventajas del sistema	77
12. CONCLUSIONES.....	80
13. RECOMENDACIONES.....	82
14. CRONOGRAMA.....	83
15. PRESUPUESTO	84
REFERENCIAS.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Localización de Riohacha (ubicación del área de estudio)	20
Figura N° 2. Organigrama del Hospital Nuestra Señora de los Remedios.....	22
Figura N°3. Ubicación del Hospital Nuestra Señora de los Remedios.....	23
Figura N° 4. La Radiación solar	27
Figura N° 5. Geometría solar	28
Figura N°6. Hora pico	29
Figura N° 7. Sistema de obtención de energía solar.....	30
Figura N° 8. Sistema de un panel solar	31
Figura N° 9. Funcionamiento de una célula de Silicio.....	32
Figura N° 10. Árbol de tecnologías fotovoltaicas	33
Figura N° 11. Tecnologías fotovoltaicas más comunes	34
Figura N° 12. Mapa de Irradiación del IDEAM	48
Figura N° 13. Mapa de horas sol del IDEAM	50
Figura N° 14. Panel Solar 310W 24V Policristalino Atersa y Área de instalación en el hospital.....	55
Figura N° 15. Planta fotovoltaica, Centro Comercial Viva Wajiira	56
Figura N° 16. Inversor Red 50000W INGECON Sun Power 50 kW	57
Figura N° 16.1 transformadores en paralelo, caja de fusibles y cableado	58
Figura N° 17. Cuenta de Cobro de Consumo de Energía del EDS Nuestra Señora de los Remedios por Electricaribe	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Eficiencia de las Células Fotovoltaicas	34
Tabla N° 2. Fundamentos Normativos	35
Tabla N° 3. DATOS OBTENIDOS EN CAMPO	47
Tabla N° 4. CALCULO DE REQUERIMIENTO ENERGETICO	51
Tabla N° 5. Lista de Acciones Susceptibles de Producir Impacto (ASPI)	64
Tabla N° 6. Matriz de impactos	66
Tabla N° 7. Plan de Manejo Ambiental del proyecto.....	68
Tabla N° 8. Costo Total del sistema.....	73
Tabla N° 9. Ventajas y desventajas del sistema	77

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA EL AREA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS DEL DISTRITO ESPECIAL, TURÍSTICO Y CULTURAL DE RIOHACHA

AUTOR(ES): ALBERTO JOSE ALVARADO ROJAS

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): JUAN CARLOS VILLAMIZAR

RESUMEN

El proyecto consiste en hacer un diseño de un sistema de energía fotovoltaica de inyección a la red. Para el área administrativa y financiera del hospital nuestra señora de los remedios del distrito especial, turístico y cultural de Riohacha. Con el fin de reducir el costo de la factura de energía eléctrica que paga el hospital. Para que ese ahorro se pueda invertir en el mejoramiento del hospital, ya que es de un gran beneficio para la población Riohachera, implementando las nuevas tecnologías en energías renovables.

PALABRAS CLAVE:

hospital energía fotovoltaica diseño Riohacha solar

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: FOR THE ADMINISTRATIVE AND FINANCIAL AREA OF THE NUESTRA SEÑORA HOSPITAL OF THE REMEDIES OF THE SPECIAL, TOURIST AND CULTURAL DISTRICT OF RIOHACHA

AUTHOR(S): ALBERTO JOSE ALVARADO ROJAS

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR

ABSTRACT

The project consists of making a design of a grid injection photovoltaic energy system. For the administrative and financial area of the hospital, our lady of the remedies of the special, tourist and cultural district of Riohacha. In order to reduce the cost of the electric energy bill paid by the hospital. So that this saving can be invested in the improvement of the hospital, since it is of great benefit for the Riohachera population, implementing the new technologies in renewable energies

KEYWORDS:

Riohacha solar photovoltaic design hospital

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCION

Históricamente la energía eléctrica utilizada por la humanidad en transporte, industria, tecnología, iluminación de la red hospitalaria, residencias y otros, según (Arroyo, 2008) proviene de los combustibles fósiles, aunque en la actualidad ya está siendo superada por las fuentes de energía renovables.

Sin embargo, los combustibles fósiles son recursos naturales no renovables, están expuestos al agotamiento progresivo y a la volatilidad de los precios de producción y explotación de los mismos, adicionalmente son altamente contaminantes porque son causantes de la generación de GEI (Gases de efecto invernadero), que aumentan la aceleración del cambio climático en el planeta. Por otra parte los conflictos y tensiones sociales, generadas por el control y explotación de esos yacimientos es causa de guerras, inequidad y desequilibrio social.

De acuerdo con Vicente y otros (2011), encontramos que en América latina, Colombia es catalogado como el país productor de carbón y ocupa el número 10 a nivel mundial; este carbón es extraído para exportación para generación energía eléctrica en otros países. Pero este aprovechamiento ha traído consigo alteraciones en los ecosistemas y contribuciones al cambio climático.

Lo más paradójico es que en el territorio de explotación, se tienen deficiencia energética, debido principalmente, a que el carbón extraído de la mina se usa para la exportación. Por otra parte la infraestructura de las redes eléctricas no cubren gran parte de los asentamientos humanos y existen irregularidades en las empresas prestadoras del servicio.

No obstante en el país varias empresas generadoras de energía ya han optado por otras fuentes como lo son las hidroeléctricas e incluso ya han establecido centros pilotos para capturar energía eólica y han implementado el uso de paneles solares, aprovechando la radiación solar como fuente energética. Sin embargo, según lo manifestado en los medios de comunicación aún persiste la problemática de deficiencia energética en calidad y cobertura para las comunidades aisladas y en algunos centros poblados del país y se debe potenciar la implementación de estos sistemas alternativos de obtención de energía eléctrica.

La costa Caribe es una de las zonas que sufre estas incidencias, por lo que atraviesa una crisis energética no solo en las áreas aisladas, sino en las zonas urbanas, a causa de la ineficiencia de la empresa prestadora de servicio Electricaribe, que a menudo hace corte del servicio sin justificaciones, mantiene precios altos del kilovatio y tiene irregularidades en las redes de distribución. Esto es sustentado por la intervención que solicitó el Ministro de Minas y energías German Arce, el 15 de noviembre de 2017 a la Superintendencia de Servicios Públicos, (Hoyos G. & Henández M., 2017).

El Departamento de La Guajira y el Distrito especial, turístico y cultural de Riohacha, también se encuentran inmersos en esta situación energética, la cual genera una inestabilidad en el suministro de energía que afecta no solo a los sectores residenciales, comerciales e industriales, sino que incide directamente en el funcionamiento de los establecimientos de salud, como el Hospital Nuestra señora de los Remedios, comprometiendo la seguridad para los pacientes, ya que no hay una fuente alternativa de generación de energía eléctrica en el caso de que esta falle, a este fenómeno no es ajeno el área administrativa.

Debido a la criticidad del sector eléctrico en las actividades del hospital y a la necesidad de disponer de una fuente de electricidad confiable que brinde

continuidad en el servicio, se debe planear una estrategia operativa que procure el suministro constante de energía eléctrica.

Dadas estas razones, es pertinente plantear opciones de solución, que permita la prestación de un servicio óptimo a los pacientes y familiares de los mismos, que acuden al hospital nuestra señora de los Remedios, mejorando el equipamiento y la atención de la salud en el Distrito de Riohacha. Siendo una solución a la problemática de la falta de energía eléctrica obtenida de la red es el uso de un sistema de energía solar fotovoltaica, siendo definido por Detta (2014), como producción de energía renovable, proveniente de la radiación solar.

El incremento de la demanda de energías renovables y la producción de células fotovoltaica, ha contribuido a los avances de la disminución de emisión de gases de efecto invernadero, en donde Detta (2014), menciona que en el periodo de los años 2001 – 2014, se ha dado un crecimiento exponencial de la producción de energía fotovoltaica. Por tanto, la opción de colocar paneles solares una opción que permitiría garantizar el buen funcionamiento del área administrativa de Hospital Nuestra señora de los Remedios, en Riohacha. A su vez, es importante que exista una viabilidad en la generación de energía solar fotovoltaica, por lo que es indispensable que el proyecto se implemente en zonas donde la radiación solar sea alta y constante.

Dado que en la costa caribe, en especial Riohacha tiene un gran potencial por estar en una zona de poca vegetación y donde no hay altas precipitaciones en el año, se está desaprovechando esta fuente de energía que es perfecta para generar electricidad a través de módulos fotovoltaicos. Por tanto, montar plantas de pequeña o gran escala pueden ser ideales para solucionar el problema de servicio de energía eléctrica en Riohacha y contribuir con el medio ambiente, (Gordillo, 2016).

Con base a la problemática expuesta surgen varios interrogantes que van a ser exhibidas en la formulación del problema.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera se puede implementar el diseño de un sistema de energía fotovoltaica para abastecer el área administrativa del hospital Nuestra señora de los Remedios del Distrito especial, Turístico y Cultural de Riohacha?

¿Un sistema fotovoltaico como fuente de energía complementaria, contribuirá a garantizar el buen funcionamiento de área Administrativa y financiera del hospital Nuestra Señora de Los Remedios?

¿Es importante analizar los componentes técnicos y financieros para analizar los costos de aplicación de este sistema fotovoltaico con el fin de complementar el suministro de energía del área administrativa y financiera del hospital, para ver la rentabilidad con el paso del tiempo, mediante una comparación de ventajas y desventajas?

2. JUSTIFICACIÓN

Según Energiza (2012), hoy en día, las fuentes energéticas no solo se centran en la quema de combustibles fósiles, debido a que ya la humanidad ha detectado la importancia de hacer uso de otros recursos naturales que proporcionan energía, con menos alteraciones al ecosistema, al momento de captarla y usarla. Dado esto, Europa va a la vanguardia en la utilización de las llamadas energías alternativas o renovables, que tienen como finalidad desplazar la quema de combustibles fósiles, por la energía solar, eólica, marítima, entre otras. Los países latinoamericanos a pesar de estar en vía de desarrollo, también buscan incursionar en estas nuevas alternativas, pues la globalización de la información y los compromisos establecidos en las convenciones de Kioto y París en mitigar la progresión del cambio climático, han dado pie para que visualicen y trabajen en esta misma meta, aunque en la actualidad su dependencia del carbón y petróleo sea grande (Energiza, 2012).

Colombia, aún sigue gozando de una gran riqueza de recursos fósiles que le permiten mantener un buen abastecimiento energético y la exportación de estos mismos recursos hacia otros países. Sin embargo, también tiene potencialidades grandes en los recursos renovables como la radiación solar, los vientos, el agua, entre otros. Pero, a pesar de que en Colombia se está incursionado en este tema, el uso de este recurso energético dentro de su legislatura, aún debe fortalecer este aspecto, pero en especial debe trabajar en una planificación y gestión de recursos financieros que permitan implementar los sistemas pertinentes para tomar estos recursos energéticos, (Hoyos & Hernandez, 2017).

Pese a esto, en Colombia ya existen muchos proyectos que involucran las energías alternativas, en especial para las comunidades aisladas, bombeo de agua, abastecimiento doméstico y productivo. También existen proyectos pilotos como Jepirachi llevado a cabo por EMP (Empresas Públicas de Medellín) en el Departamento de La Guajira. Asimismo el sector privado ha estado adquiriendo

energía mediante la instalación de sus sistemas de paneles solares, como otra fuente de energía, que en un principio se usan como respaldo a la energía proveniente de la red eléctrica, pero que al final, por su rendimiento puede ser la fuente energética principal.

Otro escenario en destacar, está relacionado con las redes de distribución de energía y las empresas operadoras de las mismas, pues estas especialmente en la costa Colombiana, no son competentes, y los equipamientos de servicios públicos especialmente en las zonas periféricas y de expansión urbanas son deficientes, generando desabastecimiento, daños y alteraciones que afectan a toda la población y el funcionamiento de todos los sectores urbanos e incluso rurales.

Dado esto, es importante que en Colombia, pero especialmente en los Municipios de la región Caribe sigan incursionando en estos nuevos sistemas. Riohacha es uno de ellos y a su vez es una las zonas con mayor potencial energético derivado de fuentes como radiación solar y los vientos, debido a su posición geográfica y condición climática. Cualquier establecimiento, residencia, institución, o entidad puede hacer uso de esta opción energética, que le permitirá no solo abastecerse sino que podrá contribuir en la mitigación de emisión de gases de efecto invernadero y puede adaptarse ante el cambio climático.

Con base a este sentido, existen muchas más ventajas que desventajas, para que el hospital Nuestra señora de Los Remedios pueda alimentar su área administrativa y financiera a través de un sistema solar fotovoltaico, puesto que le permitiría mantener un buen funcionamiento de su planta física, garantizando la continuidad de sus procesos administrativos. Para esto es importante que también tengan en cuenta la minimización de los gastos administrativos a largo plazo, pues aunque la inversión inicial es alta, con el tiempo es recuperable, e incluso rentable.

Por tales razones, es importante llevar a cabo el diseño de un sistema fotovoltaico para abastecimiento energético en el área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de Los Remedios, para lo cual se va a medir el requerimiento y eficiencia del sistema, para que al final en el momento de implementarlo cubra cualquier déficit de energía que tenga la planta física del hospital y este pueda funcionar exitosamente sin contra tiempos, a un costo menor, que se vería reflejado con el tiempo, y contribuiría a la protección del ambiente, minimizando las emisiones de GEI a la atmosfera, sirviendo de medida de mitigación ante el cambio climático.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de energía fotovoltaica de inyección a la red, para complementar el suministro de energía eléctrica en el área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios en el Distrito Especial, Turístico y Cultural de Riohacha, minimizando los costos de funcionamiento, que permitirá mejorar el servicio social sosteniblemente.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer las necesidades de consumo de energía eléctrica, mediante los cálculos de requerimiento energético del área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios, para el Distrito Especial, Turístico y Cultural de Riohacha.
- Referenciar los datos de irradiación solar, mapas solares y base de datos del IDEAM entre otras fuentes de información para definir concretamente el tipo de paneles y la cantidad que requiere el sistema que se plantea instalar para el suministro complementario de energía en el área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios para el Distrito Especial, Turístico y Cultural de Riohacha.
- Proyectar un sistema fotovoltaico aplicando los criterios de requerimiento energético, costos y componentes técnicos, con el fin de complementar el suministro de energía para el funcionamiento del área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios para el Distrito Especial, Turístico y Cultural de Riohacha.

- Determinar las ventajas sociales, ambientales, financieras y técnicas del diseño de un sistema fotovoltaico que va a complementar el suministro de energía en el área administrativa y financiera del Hospital nuestra señora de los remedios en el Distrito Especial, Turístico y Cultural de Riohacha, a partir de la información obtenida de los estudios de mercado, económico, técnico y ambiental del proyecto.

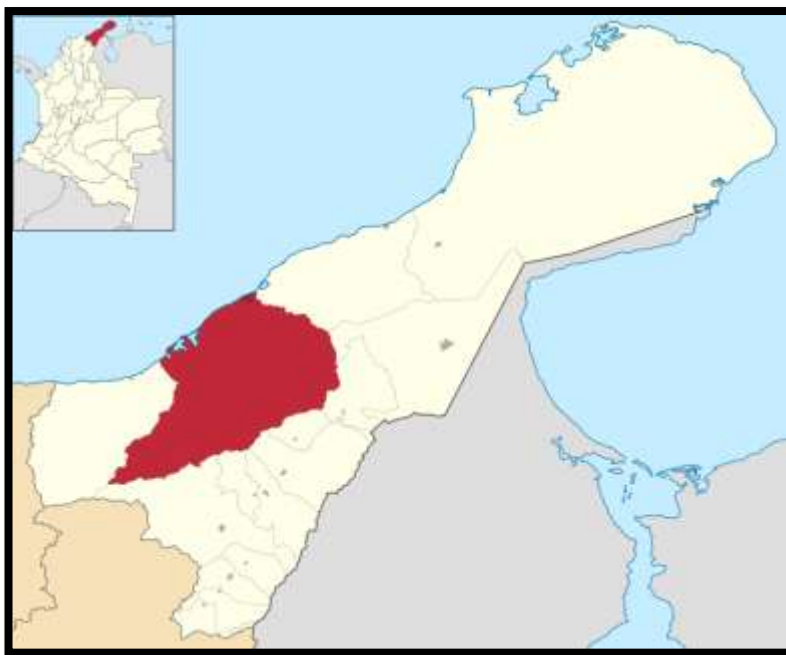
4. MARCO TEÓRICO

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1 Riohacha

Según lo descrito en el Plan de desarrollo 2016 – 2019, el territorio del Distrito Especial, Turístico y cultural de Riohacha tiene una extensión de 3,171 km² de los cuales solo el 1,02% es área urbana, el 17,1% es suelo urbano no desarrollado; mientras que el 0,1% de todo el territorio es destinado a la expansión urbana durante la vigencia del POT (plan de ordenamiento territorial). Lo restante del territorio (98,98%) lo componen los resguardo indígenas y zona rural en general. Su ubicación geográfica es están bajo las coordenadas: 11°32'39"N 72°54'25" con una altitud de 5 m.s.n.m. y posee clima cálido árido.

Figura N° 1. Localización de Riohacha (ubicación del área de estudio)



Fuente: Shadowxfox - Wikipedia, consultado en 2018.

La división político administrativa rural del Distrito la conforman 15 corregimientos, dentro los cuales existen caserío importantes. También tiene 8 resguardos indígenas (7 de ellos pertenecen a la Etnia Wayuu y uno de la Sierra Nevada de Santa Marta compartido por las Etnias Kogui, Wiwa e Ika -Arhuaco-). En cuanto a la división en la zona urbana, existen (10) comunas identificadas. (Alcaldía de Riohacha, 2016-2019).

Según el último censo del (DANE , 2005), la proyección de la población de Riohacha para el 2018 es de 286.973 habitantes, cubriendo el 27,4 % de la población total del departamento. La población urbana corresponde los 244.836 hab, y el resto a la zona rural y resguardos. Tiene una densidad poblacional de 57,17 hab/km².

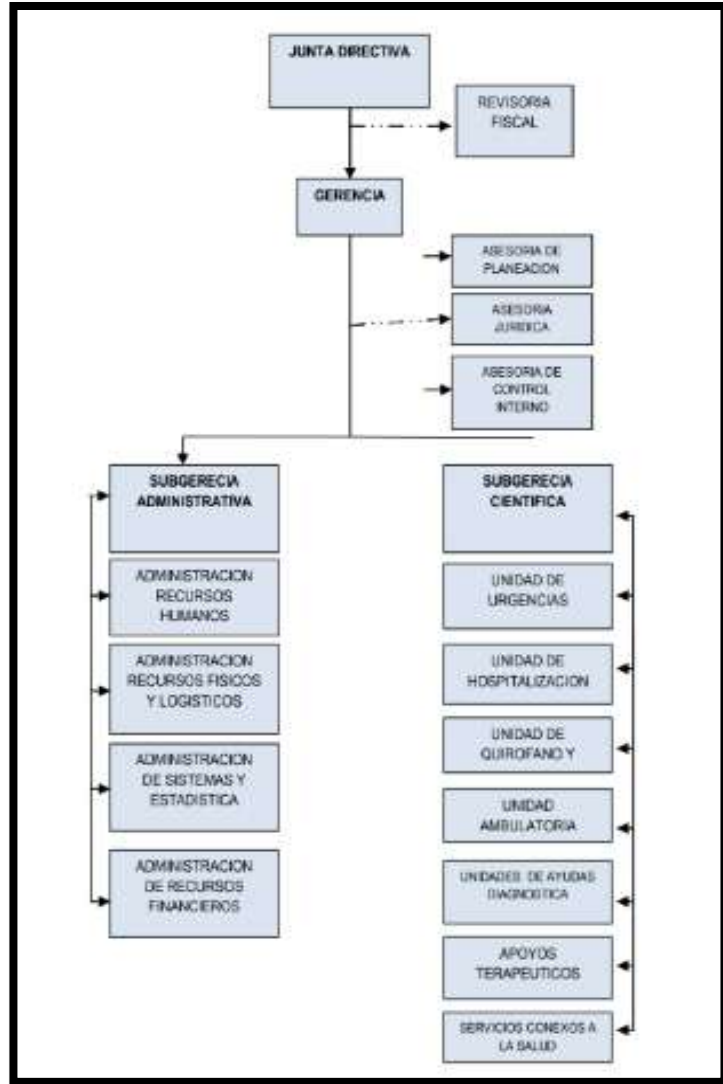
Tiene una cobertura de energía del 95,7% según las fuentes del ministerio de Minas, consignada en las fichas territoriales del (DNP, 2017) . Lo que evidencia que hay un alto porcentaje de la población que no tiene cobertura de energía eléctrica, debido a la dificultad de conectarse a las redes en zonas aisladas, esto se debe principalmente al crecimiento no controlado de invasiones y a los daños estructurales que tienen las redes eléctricas.

4.1.2 Hospital Nuestra señora de Los Remedios

La ordenanza No 83 de julio de 1943 que constituyo al Hospital Nuestra Señora de los Remedios, tuvo origen en el departamento del Magdalena, que finalmente fue emanada en el mismo departamento mediante el desarrollo del Decreto No. 13 de 1.940, en la época de su fundación se brindaban los servicios de Cirugía (apendicectomías, herniorrafias y cesáreas) y de urgencias; realizando estos procedimientos los doctores Constantino Baquero, Luís Enrique Ramírez y Enrique Gaviria, (Hospital Nuestra señora de Los Remedios, 2017).

El Hospital en su área administrativa, tiene el siguiente organigrama:

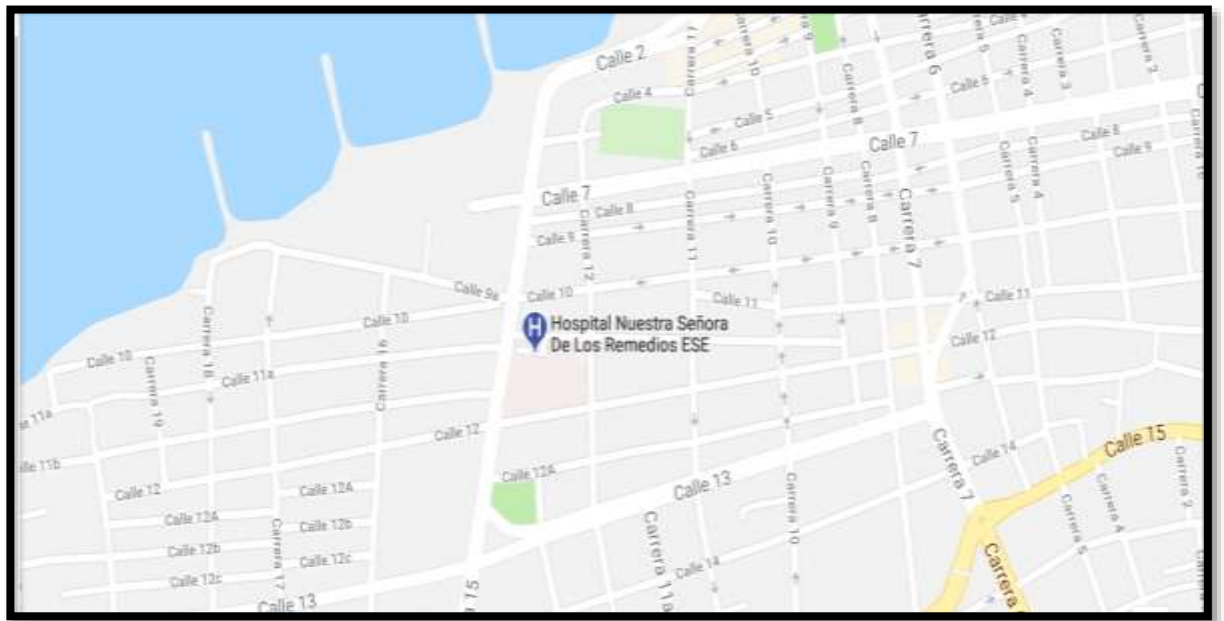
Figura N° 2. Organigrama del Hospital Nuestra Señora de los Remedios



Fuente: Página web del hospital nuestra señora de los Remedios, 2018.

Este hospital está ubicado en la Calle 9a #15-139 en la ciudad de Riohacha, La Guajira.

Figura N°3. Ubicación del Hospital Nuestra Señora de los Remedios



Fuente: Información por google map, 2018.

Este Hospital presta servicios de consultas ambulatorias, de apoyo “Diagnostico y complementación terapéutica”, de urgencias, farmacia, transporte, hospitalización, quirúrgico, ginecología y obstetricia, pediatría, medicina interna, quirófanos, programas de promoción y prevención, servicios de baja complejidad, tiene centros de salud urbana y rural y programas especiales. Para ofrecer estos servicios, la planta física del hospital cuenta con un área administrativa y financiera, que es exactamente la zona de objeto de estudio.

4.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Según la información contenida en Energiza (2012), Para el año 1839, el físico francés Edmundo Becquerel descubrió el efecto fotoeléctrico al encontrar materiales que generaban cantidades minimias de corriente eléctrica cuando estos eran expuestos a la luz, en donde Albert Einstein descubrió el efecto fotoeléctrico que explica la energía fotovoltaica. En 1954, fue construido, en los laboratorios Bell el

primer módulo fotovoltaico que finalmente fue establecido como una curiosidad y que era muy costoso utilizarlo a gran escala.

Los primeros proyectos de aprovechamiento de esta energía, fue dado en los años 60, 70 y 80 para proveer energía en las naves espaciales y otros. Ya en la década de 2000 y de 2010, empieza una nueva era en la energía, puesto que surge el uso y la implementación de nuevos sistemas de energía que se abastecen de fuentes renovables como el viento, radiación solar, entre otros, los cuales hoy en día están reemplazando poco a poco el uso de combustible fósiles, y la mayoría de los países están atendiendo el tema debido al compromiso de minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, causante del acelerado cambio climático, que afecta directamente la dinámica de los ecosistemas.

Colombia comenzó a indagar desde los años sobre la producción de energía solar fotovoltaica y la incluyó, viéndola viable para usarlas en diferentes sectores, resolviendo problemas industriales, comerciales y sociales, especialmente en las zonas rurales, debido a que muchas áreas del país se abastecen con paneles solares, especialmente los lugares más apartados y que se encuentran aislados de las redes eléctricas convencionales, (Hoyos G. & Henández M., 2017).

Según la posición geográfica de Colombia, el país está ubicado en una zona de la línea del Ecuador, siendo de clima tropical, que le permite tener radiación solar constante en ciertas zonas del país, por lo que tienen potencialidades para generar energía de este tipo, Hoyos G. & Henández M. (2017). En la costa Caribe, especialmente en la Guajira el potencial es mayor, por las fuertes radiaciones solares que se evidencia en estas zonas, por lo que ya el sistema ha sido implementado para dar soluciones energéticas de las viviendas aisladas características de los wayuu.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

4.3.1 Energía renovable

Según lo consignado en (Acciona, 2015), las energías renovables son fuentes de energía limpia, inagotable y crecientemente competitiva. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes que son las principales causantes del cambio climático. Además, sus costes se comportan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costos de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural.

Hoy en día el crecimiento de las energías limpias es imparable, como queda reflejado en las estadísticas aportadas en 2015 por la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Estos recursos representan cerca de la mitad de la nueva capacidad de generación eléctrica instalada en el 2014, toda vez que se han constituido en la segunda fuente global de electricidad, sólo superada por el carbón.

De acuerdo a la AIE, la demanda mundial de electricidad aumentará en un 70% hasta 2040, elevando su participación en el uso de energía final del 18% al 24% en el mismo periodo apoyada principalmente por regiones emergentes como India, China, África, Oriente Medio y el sureste asiático.

4.3.1.1 Tipos de energías Renovables

Las fuentes de energía limpias o dadas por recursos renovables están las siguientes:

- ✓ Solar
- ✓ Eólica

- ✓ Hidráulica
- ✓ Biomasa y/ biogás
- ✓ Geotérmica
- ✓ Mareomotriz
- ✓ Undimotriz
- ✓ Bioetanol
- ✓ Biodiésel

Una de la más representativa es la solar, obtenida a través de paneles solares, que capturan la radiación solar.

4.3.2 ventajas principales de las energías renovables

Según la enciclopedia Acciona (2015), las energías renovables tienen las siguientes ventajas:

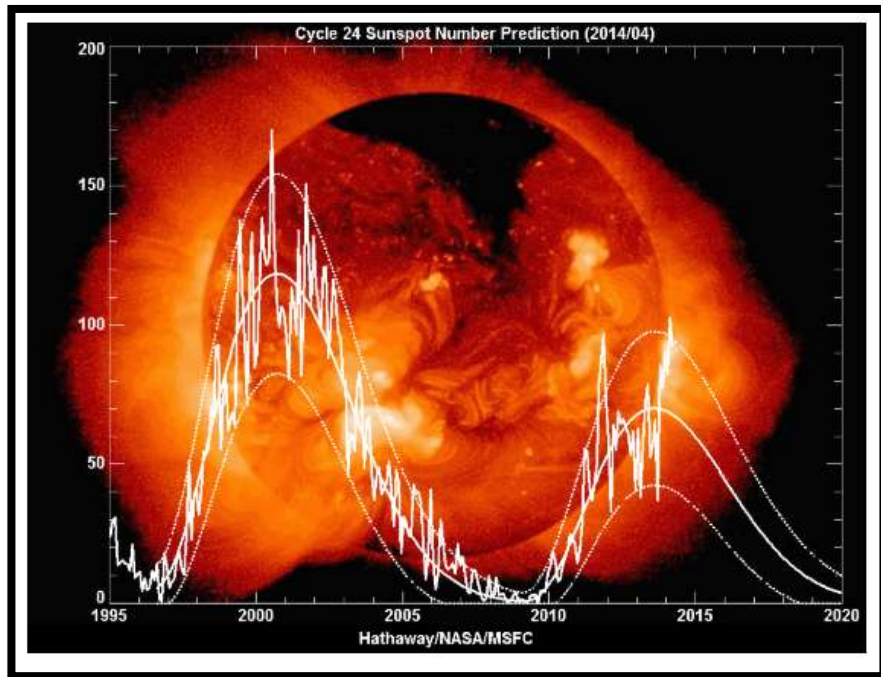
- ✓ Son claves para mitigar y adaptarse ante el cambio climático, debido a que disminuye la emisión de gases de efecto invernadero.
- ✓ Es inagotable, debido a que derivan de recursos naturales renovables.
- ✓ Evita la dependencia energética de los combustibles fósiles, que si bien son una gran fuente de energía, provienen de recursos naturales limitados, y a su vez su combustión genera muchos residuos gaseosos que contribuyen al cambio climático.
- ✓ Tiene competencias comerciales, debido al gran avance de la tecnología, lo que ha permitido ser accesible en todo el mundo.

- ✓ Es una solución industrial, comercial y social, que orienta el desarrollo económico y sostenible de las comunidades y los países.

4.3.3 Radiación solar

De acuerdo a la información del IDEAM (2014), el sol emite radiaciones significativas, que direccionan ondas electromagnéticas. Siendo esta energía la que determina el dinamismo de la atmosfera y afecta las condiciones climáticas. Esta radiación es medible, y es importante para procesos de diferentes sectores económicos y sociales de una zona.

Figura N° 4. La Radiación solar



Fuente: IDEAM 2014.

Para medir la radiación, es importante mencionar que tiene tres componentes:

Directa: Proveniente del sol y no desvía su paso por la atmósfera.

Difusa: Es la que se modifica por difusión en la atmósfera.

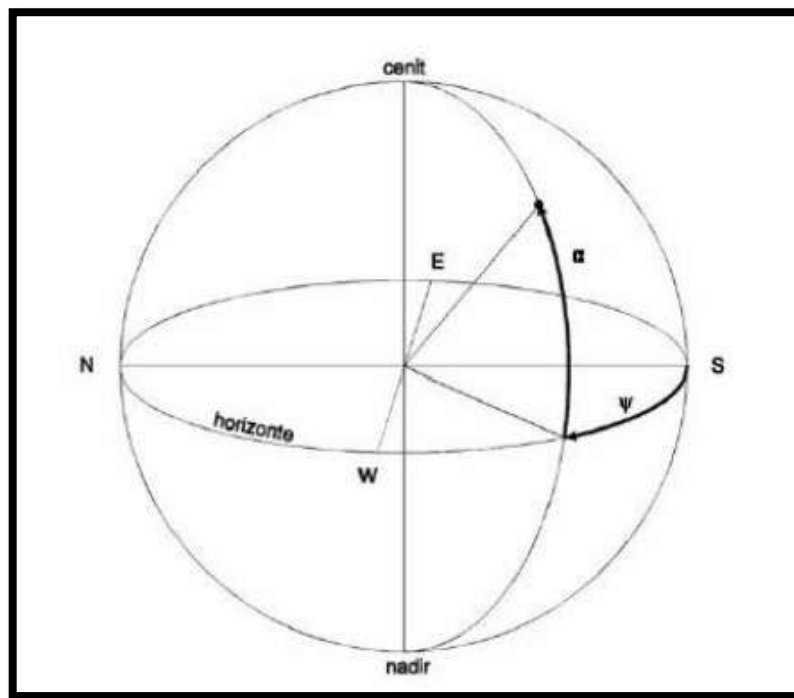
Albedo: Es la dada por reflexión en el suelo u otras superficies.

De todos estos componentes, el que contribuye a la energía fotovoltaica es la radiación directa.

4.3.4 Geometría Solar

En el trabajo de Valdiviezo S. (2014), se describe la importancia de establecer la geometría solar, para estimar la cantidad de energía que es aprovechable para que un panel fotovoltaico pueda funcionar correctamente. Esto se mira, por la orientación del azimut, siendo el Angulo con dirección sur respecto al objeto y es positivo a oeste. También es importante saber que la altura del sol varía de acuerdo a las estaciones climáticas disminuyendo o aumentando la radiación.

Figura N° 5. Geometría solar



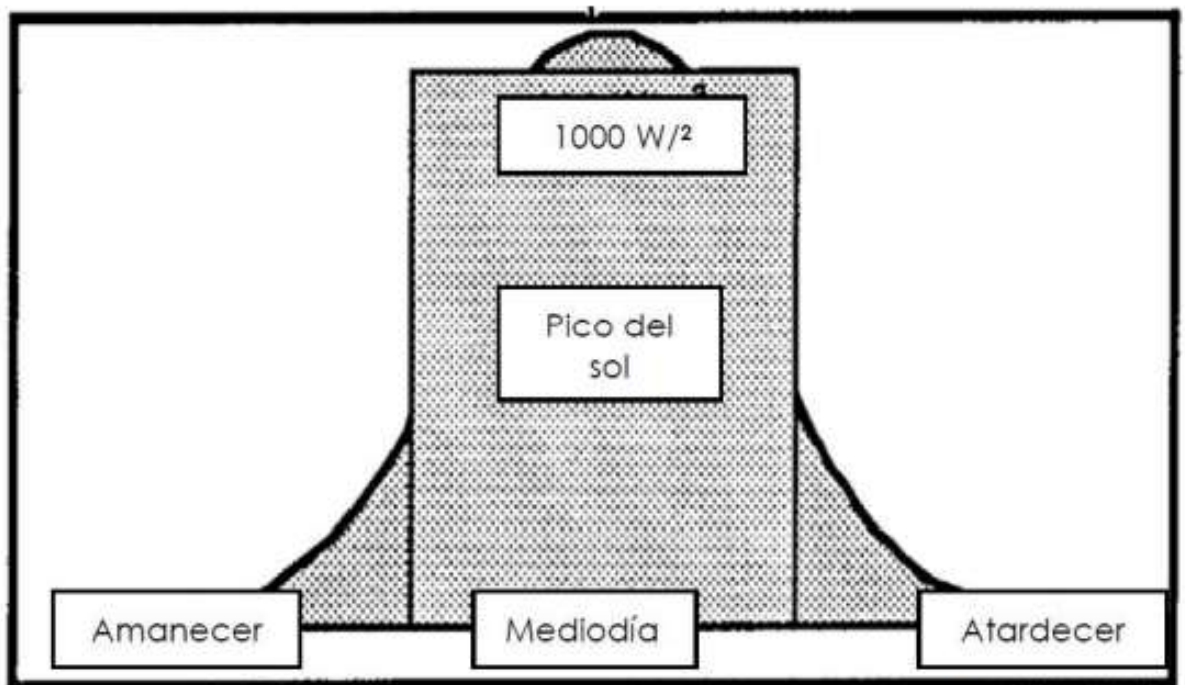
Fuente: (Valdiviezo S., 2014).

4.3.5 Horas de Sol

De acuerdo a la descripción de Valdiviezo S. (2014), las horas de sol pico se definen como el número de horas al día con una irradiación de 1000 w/m^2 que al final se suman a la misma irradiación total real del día.

En donde la irradiación es expresada como $\text{km} - \text{h/m}^2$, siendo similar numéricamente a las H.S.P., siendo que este concepto tiene relevancia porque junto al factor de perdidas logra estimar la potencia dada por un panel fotovoltaico. En la figura 8 se evidencia e concepto.

Figura N°6. Hora pico



Fuente: (Valdiviezo S., 2014).

4.3.6 Paneles solares

Con base al concepto presentado por (CELSIA, 2016), estos paneles solares son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad, y están formados por celdas que contienen células solares individuales, hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones). Para que los paneles funcionen, es importante conectarlos a un sistema compuesto, por inversor, controlador de carga, medidor de utilidad y baterías.

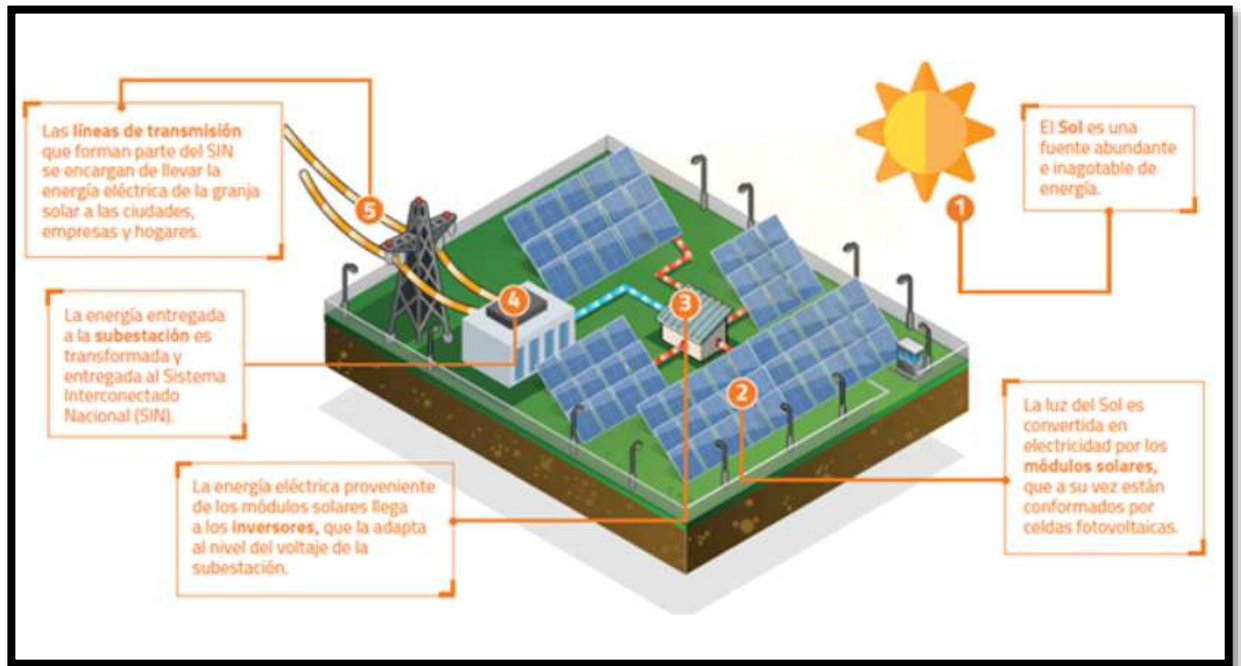
Figura N° 7. Sistema de obtención de energía solar



Fuente: (CELSIA, 2016).

En esta figura se expone como están conectados los elementos que conforman una instalación fotovoltaica conectada a la red convencional.

Figura N° 8. Sistema de un panel solar

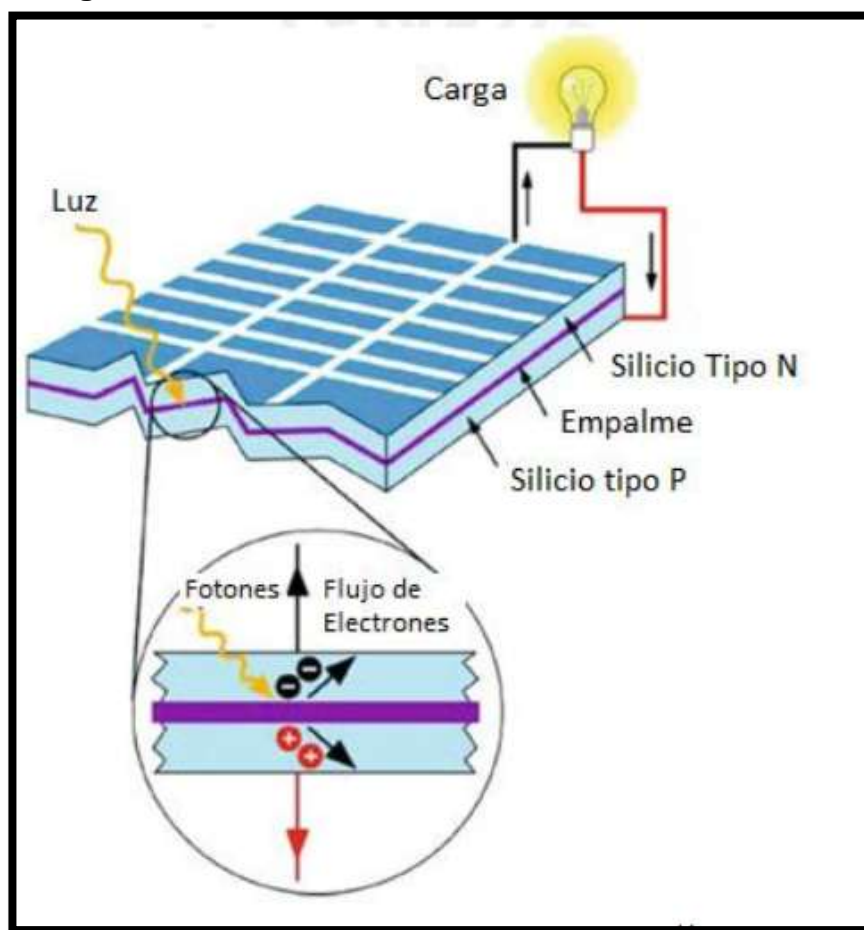


Fuente: (CELSIA, 2016).

4.3.7 Células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas son el componente principal de los paneles fotovoltaicos, y tiene como función obtener la electricidad a partir de la luz solar. Estas células son sensibles a la luz, y están constituidas por un elemento semiconductor, en donde fluyen los electrones tipo P (positivos) y tipo N (negativo), que producen resistencia y por ende corriente.

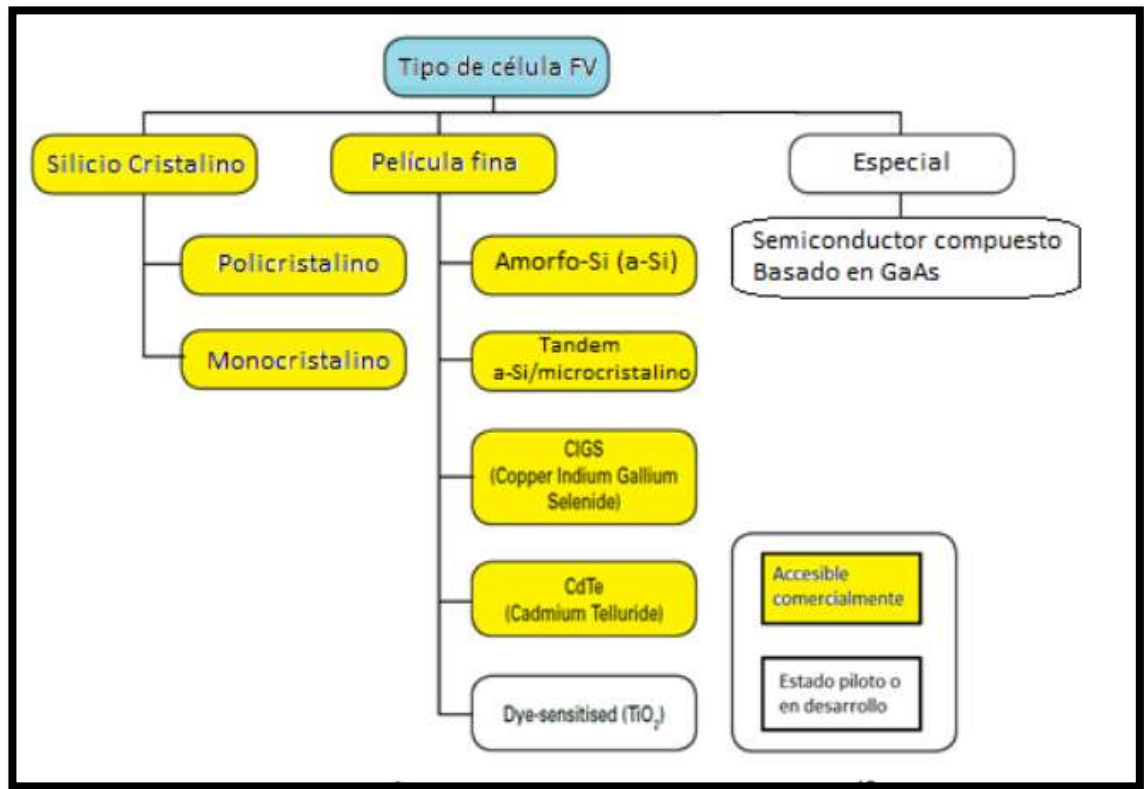
Figura N° 9. Funcionamiento de una célula de Silicio



Fuente: (Valdiviezo S., 2014).

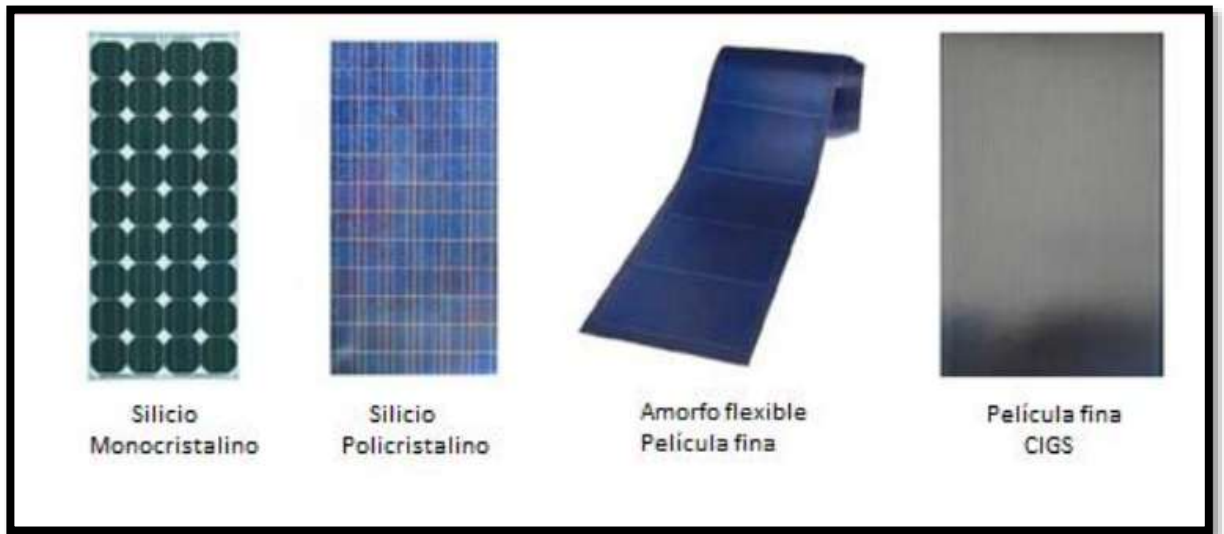
Actualmente, en el mercado hay disponibilidad de varios tipos de células fotovoltaicas, con variedad de tecnologías, que son determinadas por factores de cristalinidad, coeficiente de absorción, costo y complejidad de fabricación, que terminan siendo determinantes al momento de diseñar un sistema fotovoltaico.

Figura N° 10. Árbol de tecnologías fotovoltaicas



Fuente: Handbook for Solar Photovoltaic Systems". Publicación: Building and Construction Authority (Gobierno de Singapur). - (Valdiviezo S., 2014)

Figura N° 11. Tecnologías fotovoltaicas más comunes



Fuente: (Valdiviezo S., 2014).

Tabla N° 1. Eficiencia de las Células Fotovoltaicas

Tecnología	Eficiencia del módulo
Mono – crystalline silicon	12.5 – 15%
Poly – crystalline Silicon	11-14%
Copper Indium Gallium (CIGS)	10-13%
Cadmium Telluride (CdTe)	9 – 12%
Amorphous Silicon (a – Si)	5-7%

Fuentes: (Valdiviezo S., 2014)

Los paneles se seleccionan de acuerdo a la eficiencia y costo, es de notar que la eficiencia de la célula de Silicio mono-cristalina es la más alta, en donde su alta pureza la aumentan de costo y pierde accesibilidad.

4.4 MARCO LEGAL

Actualmente Colombia ya cuenta con un esquema normativo que regula de una u otra forma el uso y manejo de las energías alternativas, incluyendo la de los sistemas fotovoltaicos con paneles solares. Esta legislación se ha venido dando en el país debido a la gran aceptación de estos sistemas para dar solución energética a las comunidades aisladas especialmente, pero también para las zonas urbanas, sin embargo aún la Nación debe seguir trabajando en estas normas, debido a que existen vacíos, especialmente en los incentivos económicos que le traería a un particular que implemente este sistema y produzca más energía que la que consume.

Tabla N° 2. Fundamentos Normativos

Normas en Colombia		
Leyes	Ley 142 de 1994	La cual establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios en Colombia.
	Ley 143 de 1994	Se crea la Comisión de regulación de energía y gas (CREG) EN Colombia.
	Ley 164 de 1994	Probación de la "Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", en 1992
	Ley 697 de 2001	Para fomentar el uso racional y eficiente de energía.
	Ley 1715 de 2014	Promueve el desarrollo de fuentes de energía no convencionales en el país.
Decretos	Decreto 2119 de 1992	Reestructuración del Ministerio de Minas y Energía.
	Decreto 1524 de 1994	Funciones presidenciales para servicios públicos.
	Decreto 1682 de 1997	Se suprime el Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas "INEA"
	Decreto 3683 de 2003	Se crea la Comisión intersectorial para el uso eficiente de energía y fuentes no convencionales.
	Decreto 1260 de 2013	Se modifica la estructura de la Comisión intersectorial para uso racional y eficiente de la energía y fuentes no convencionales.
	NTC 2050	Código eléctrico colombiano.

Normas en Colombia		
Normas Técnicas	NTC 2883	Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para la aplicación terrestre. Calificación del diseño y aprobación de tipo.
	NTC 4405	Norma de competencia para el proyecto de Instalación de paneles solares en el Hospital Nuestra Señora de Los Remedios de Riohacha, debido a que establece los parámetros que permite evaluar la eficiencia energética de un sistema solar, que son basados en los requerimientos y las especificaciones del sistema.
	NTC 5549	Sistemas fotovoltaicos terrestres. Generadores de potencia. Generalidades y guía.
	NTC 5710	Reglamenta la protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía.
	RETIE	Instalaciones eléctricas en edificios. Requerimientos de instalación especiales-Solar fotovoltaica, poder de abastecimiento.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de (Hoyos G. & Henández M., 2017) y de la Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico – CIDET.

5. ESTADO DEL ARTE

Existen muchos trabajos que tienen mucha similitud con esta propuesta, y que ya han obtenido ciertos resultados que es de gran aporte técnico y normativo. Uno de estos documentos es el realizado en septiembre de 2010, Portabella Cilveti, Ixtebe, que realizó un estudio para la creación de plantas solar fotovoltaica conectada a red, que fue presentada a la escuela Técnica de ingenieros de Telecomunicaciones de Barcelona (ETSETB).

Este estudio pretendía dar a conocer las consideraciones técnicas para el diseño de un sistema fotovoltaico teniendo en cuenta los aspectos administrativos como permisos y licencias para construcción y funcionamiento.

Para realizar el proyecto tuvieron en cuenta los aspectos ambientales, técnicos, naturales, normativos y sociales. Y como resultado concluyen que para un futuro sostenible, es importante pasar de un modelo de distribución de sistema fotovoltaico centralizado que se usa actualmente, a uno llamado Smart Grids, (Portabella, 2010).

Esta referencia, tiene aspectos técnicos que aporta una orientación metodológica base para desarrollar de manera eficiente un sistema de abastecimiento complementario de energía mediante paneles solares.

Recientemente en Colombia, específicamente a escala regional, (Hoyos & Hernandez) para el año 2017, realizó un estudio de Viabilidad técnica y económica para la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaica de 10 kw, caso “Hospital Local de Tenerife, Magdalena”, como opción de grado para obtener el título de especialistas en Gestión de proyectos de ingeniería en la Universidad de Francisco José de Caldas, de la Ciudad de Bogotá.

Este estudio fue hecho con el fin de ver la viabilidad de instalar un sistema fotovoltaico para el funcionamiento del hospital, que tiene problemas en su funcionamiento por altos costos de la energía suministrada por la empresa Electricaribe y las fallas que se presenta en la conexión, generándoles situaciones difíciles para atender a los pacientes y usuarios.

Para lograr el estudio, realizaron análisis de mercado, técnico y financiero. Y a su vez para identificar los impactos ambientales, aplicaron el método de Conesa simplificado, con información de línea base obtenida mediante un listado ASPI, consignando la valoración en un DOFA.

El estudio citado, arrojó como resultados, que la ubicación geográfica del municipio de Tenerife, Magdalena es potencialmente factible para el montaje del sistema de energía solar fotovoltaico; que el Retorno de la Inversión (ROI) es a mediano plazo (12-20 años); la rentabilidad por ahorro en los pagos de facturas de electricidad son significativos. Teniendo en cuenta la tendencia al alza de los costos de generación de energía por combustibles fósiles; y que el impacto ambiental derivado de la propuesta de implementación del sistema de energía solar fotovoltaico es MODERADO, esto indica que el proyecto es viable ambientalmente, siendo que los beneficios ambientales del proyecto representan una escala de mayor apreciación que los beneficios económicos, (Hoyos & Hernandez, 2017).

Para realizar una nueva propuesta, es interesante citar este antecedente, debido a la metodología aplicada, los resultados obtenidos y la similitud de la problemática y ubicación geográfica es representativa con la idea que presenta este documento.

Para el año 2013, Jhon Sebastian Gálviz Garzón y Robinson Gutierrez Gallego, Desarrollaron el proyecto para la implenetación de un sistema de generación solar fotovoltaica para la población wayúu en Nazareth corregimiento del Municipio de

Uribia, departamento de La Guajira, Para obtener el título de especialistas en Gestión de proyectos en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Fue desarrollado con el fin de hacer el análisis y aprovechamiento a la solución energética en poblaciones alejadas y dispersas, supliendo necesidades sociales. La metodología se basó en uso de fuentes de información secundaria y dimensiono el alcance ingenieril dando detalles económicos, de cumplimiento y sociales.

Este proyecto concluyó que en el departamento de La Guajira, es importante implementar estos sistemas, dado que posee el recurso natural y el costo de la energía convencional es alto, y esta sería una solución viable.

Por tanto este concepto es de gran aporte, debido a que la propuesta de diseñar un sistema fotovoltaico para el Hospital Nuestra señora de los Remedios tiene similitudes de posición geográfica, institucional y jurídica con este proyecto mencionado.

6. METODOLOGÍA

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada, es descriptiva e informativa, realizando análisis cualitativo y cuantitativo para caracterizar el objeto de estudio, que en este caso es determinar el tipo de panel y componentes de una instalación fotovoltaica mediante la disponibilidad de radiación solar, los requerimientos de energía y análisis económico y ambiental, para dar solución energética al área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de Los Remedios.

La idea de este tipo de investigación es clasificar, ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados, para establecer una información que permita garantizar la implementación de la tecnología para aprovechar este tipo de energías alternativas. Se estableció para ello un tiempo de investigación de aproximadamente de 4 meses.

6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a la fuente de información el tipo de diseño es de fuente mixta, ya que los resultados se obtendrán gracias a la revisión bibliográfica y a fuentes directas tomadas en campo, que darán información como la cantidad de equipos que permiten el funcionamiento del área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios.

Las fuentes de investigación, son las siguientes:

6.2.1 Fuente de información primaria

Es aquella que se obtiene directamente del área de estudio, que es la información observada en las visitas de campo mediante lectura ocular del espacio.

6.2.2 Fuentes de información secundaria

Es la documental o bibliográfica, en donde se buscan todos los escritos referentes al tema de investigación, y las fuentes teóricas y técnicas que arrojen datos relevantes para los cálculos que permitirán la realización del diseño del sistema fotovoltaico.

6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estará conformada por usuarios y trabajadores del hospital. La población objeto de esta investigación, se toma como censo poblacional, en este caso las personas que participan dentro de la red hospitalaria en el área administrativa y también de la comunidad usuaria del servicio de salud de la red hospitalaria quienes son los beneficiarios del proyecto.

6.4 TECNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se analizará el muestreo, según la cantidad de oficinas y equipos que están posean y requieren energía para su funcionamiento, con el fin de recolectar datos que describirá la información de la cantidad de equipos y requerimientos energéticos de los mismos.

Otro instrumento utilizado para la información son los textos, revistas, artículos, monografías, páginas web, informes institucionales, entre otros, dando orientación a la temática.

6.5 ETAPAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

6.5.1 Trabajo de campo para recolección de datos

Para lograr esta etapa, se proyecta realizar una visita de campo en el área de estudio. En esta visita se recolectará información que consignará la distribución del área, el número de oficinas y de equipos de requerimientos energéticos contenidos en ellas, a su vez se describirá el tipo de equipo usado.

6.5.2 Recolección de información secundaria como lo son los mapas solares, entre otros

En esta etapa, se analizará y clasificará la información de fuentes secundarias confiables, como el IDEAM. Estos datos serán agrupados para realizar los cálculos correspondientes al diseño del sistema.

6.5.3 Elaboración de Estudio Técnico en donde se realizaran los cálculos correspondientes

Este paso es uno del más importante para el proyecto, puesto que es para determinar los requerimientos energéticos del área y posteriormente el diseño teniendo en cuenta el consumo y la información secundaria de irradiación solar, por tanto recopila la información obtenida en campo y por fuentes secundarias, que posteriormente arroja los resultados necesarios para el sistema.

El requerimiento energético del área de estudio mediante esta fórmula:

$$E = \sum (P_e * N_e * T_u)$$

Donde E es la energía que necesita el sistema, P_e es la potencia de cada equipos y T_u es el tiempo de uso del aparato, N_e es el número de equipos.

Luego de obtener el requerimiento energético, se calculará los aspectos técnicos del diseño, mediante las formulas:

$$NT = EES / (PMPP * HPS + PR)$$

Donde:

EES= energía entregada por el sistema

PMPP= potencia pico nominal del panel

PR= Factor global de funcionamiento 0,9 (PR) el factor global de funcionamiento que varía entre 0.65 y 0.90.
Manual calculo fotovoltaico Europe sunfield

HPS = Horas de Sol Pico

$$Nserie = Vsistema / Vmax$$

Donde:

Nserie= número de paneles en serie

Nparalelo = NT / Nserie

Nparalelo = número de paneles en paralelo

NT= número total de paneles del sistema fotovoltaico

Nserie= número de paneles en serie

Los equipos que funcionan en el área administrativa del hospital Nuestra Señora De los Remedios de Riohacha, están formados por computadores, impresoras, luces, tomas, aires acondicionados, grecas, teléfonos, etc, los cuáles son usados en las ocho (8) horas laborales, lo que permite hacer una proyección de consumo.

6.5.4 Plasmar los estudios de mercado, económicos, y ambientales para determinar los costos y beneficios del proyecto

En este punto del trabajo se desarrollará unos estudios de mercado, económicos, técnicos y ambientales, que permitirá analizar los costos y beneficios que traería consigo la implementación de este diseño, para el funcionamiento del área

administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios en Riohacha.

6.5.5 Realizar un cuadro comparativo de ventajas y desventajas del proyecto para definir la viabilidad de su implementación

Finalmente se generará un cuadro comparativo de las ventajas y desventajas que tiene la implementación del proyecto, teniendo en cuenta los aspectos estudiados anteriormente. Este cuadro dará la pauta requerida para viabilizar una inversión de este tipo para el estado y proyectar los beneficios financieros, sociales y ambientales que esto traería.

Al cumplir estas etapas del proyecto, se logrará el objetivo general del proyecto y se presentará una propuesta que contribuiría al buen funcionamiento de la planta física de un equipamiento de salud importante para el Distrito especial, turístico y cultural de Riohacha.

7. ESTUDIO TÉCNICO

7.1 DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

El área administrativa y financiera del hospital de Riohacha consta de cuatro (4) bloques o edificios de un solo nivel divididos en administrativo, asistencial, financiero y almacén. Hay un total de treinta y dos (32) oficinas que son utilizadas durante ocho (8) horas de lunes a viernes. A continuación se muestra la distribución de aparatos eléctricos utilizados en cada oficina y el número de oficinas en general para poder determinar el consumo de energía.

Bloque financiero: Son 8 oficinas que están divididas en

1. presupuesto
2. contabilidad
3. tesorería
4. cartera
5. costos
6. contratación
7. coordinador de unidad financiera
8. revisor fiscal

Bloque de almacén: Son 2 oficinas que están divididas en

1. bodega
2. inventario

Bloque asistencial: Son 4 oficinas que están divididas en:

1. atención a usuarios 1
2. atención a usuarios 2

3. atención a usuarios 3
4. atención a usuarios 4

Bloque administrativo: Son 18 oficinas que están distribuidas en las siguientes áreas:

1. Gerencia
 - 1.1 Gerencia de Planeación
 - 1.2 Asesoría Jurídica
 - 1.3 Asesoría de Control Interno
2. Subgerencia Administrativa
 - 2.1 Administración de recursos humanos
 - 2.2 Administración de recursos físicos y logísticos
 - 2.3 Administración de sistemas y estadística
 - 2.4 Administración de recursos financieros

Tabla N° 3. DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

Equipos eléctricos	Cantidad de equipos eléctricos por oficina	Bloque administrativo 18 oficinas	Bloque Financiero 8 oficinas	Bloque asistencial 4 oficinas	Bloque almacén 2 oficinas	Total De equipos eléctricos
Aire acondicionados	1	18	8	4	2	32
Dispensadores de agua	1	18	8	4	2	32
Computadoras	2	36	16	8	4	64
Tubo fluorescente	2	36	16	8	4	64
Impresoras	1	18	8	4	2	32
Ventilador de techo	1	18	8	4	2	32
Cámaras de seguridad	1	18	8	4	2	32
Estimación de cargas flotantes (celulares, portátiles y otros)	1	18	8	4	2	32

Fuente: Elaboración propia, 2018

Lista de Equipos o Aparatos con requerimiento energético:

- Aire acondicionado 990 Wh (LG)
- Dispensador de agua 120 Wh (Centrales)
- Computador 200 Wh (Dell)
- Tubo fluorescente 28Wh (philips)
- impresora 10Wh (EPSON)
- ventilador de techo 100Wh (KDK)
- cámara de seguridad 6wh (Hikvision)
- cargas flotantes 10 Wh

Mediante esta lista de equipos, se tomó la potencia de cada uno de los equipos y se inspecciono en campo el tiempo de servicio de cada uno.

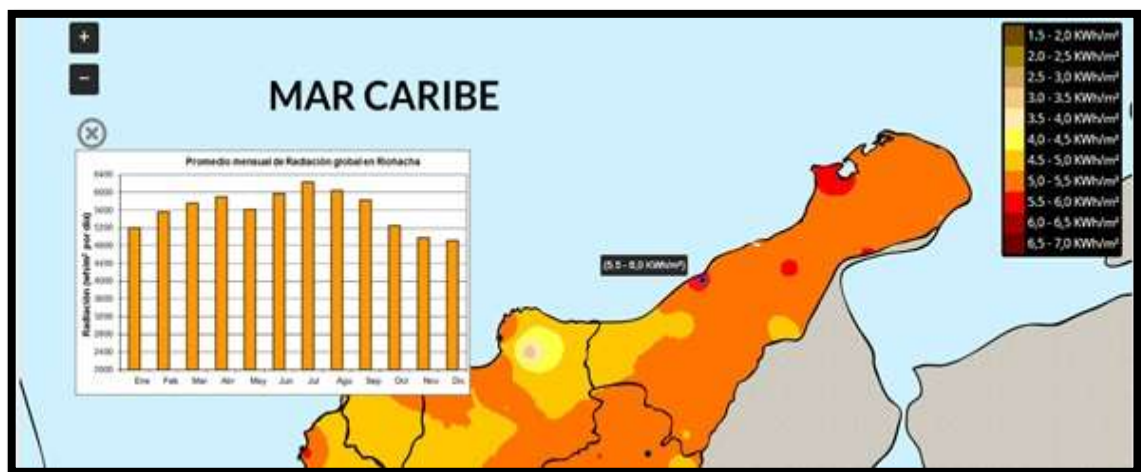
7.2 DATOS OBTENIDOS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

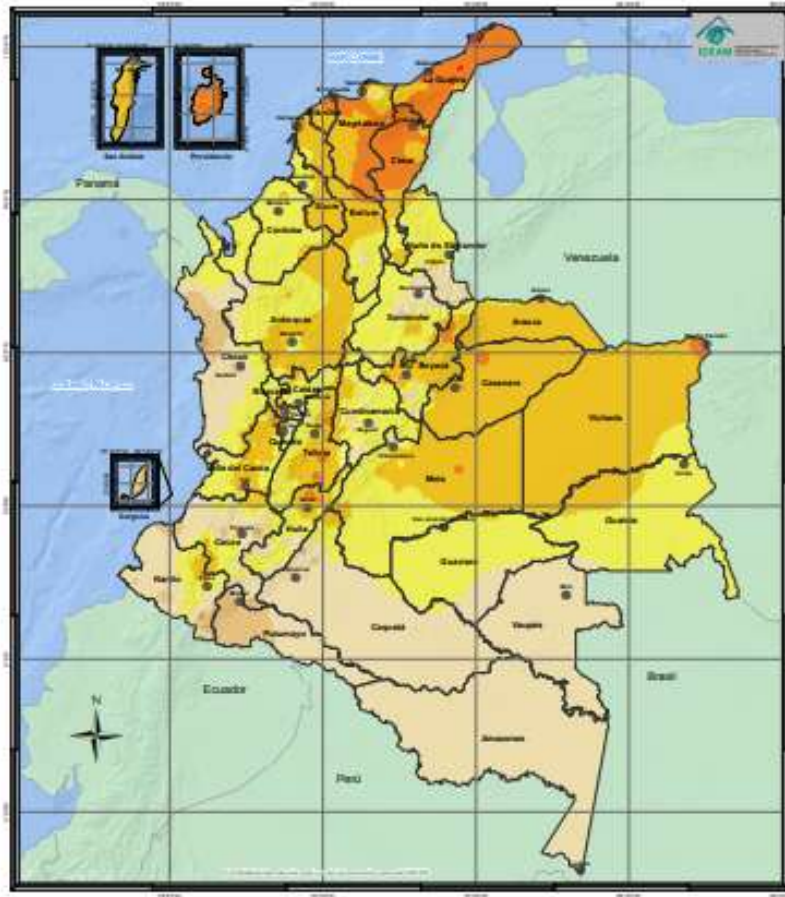
En la observación ocular hecha a las instalaciones del Hospital, se determinaron las marcas y el tipo de aparatos eléctricos en uso para cada oficina, y fue complementada por la funcionaria Katy Borrego Daza. Estos datos obtenidos en campo, proporciona la potencia requerida por cada equipo eléctrico, las cantidades de equipos y el tiempo en que es utilizado, lo que finalmente nos dará el requerimiento energético del área de estudio.

Ya para los cálculos del diseño es importante contar con información secundaria veraz y confiable, que en Colombia es dada por el IDEAM a través de los mapas solares y sus boletines estadísticos. En el Distrito especial, turístico y cultural de Riohacha, según los datos del (Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, 2014) la irradiación solar de Riohacha oscila entre 5,5 a 6 kWh/m² día, siendo el mes de julio el pico más alto.

A continuación el mapa del IDEAM, muestra toda la información de la irradiación del Departamento de La Guajira y de Colombia:

Figura N° 12. Mapa de Irradiación del IDEAM





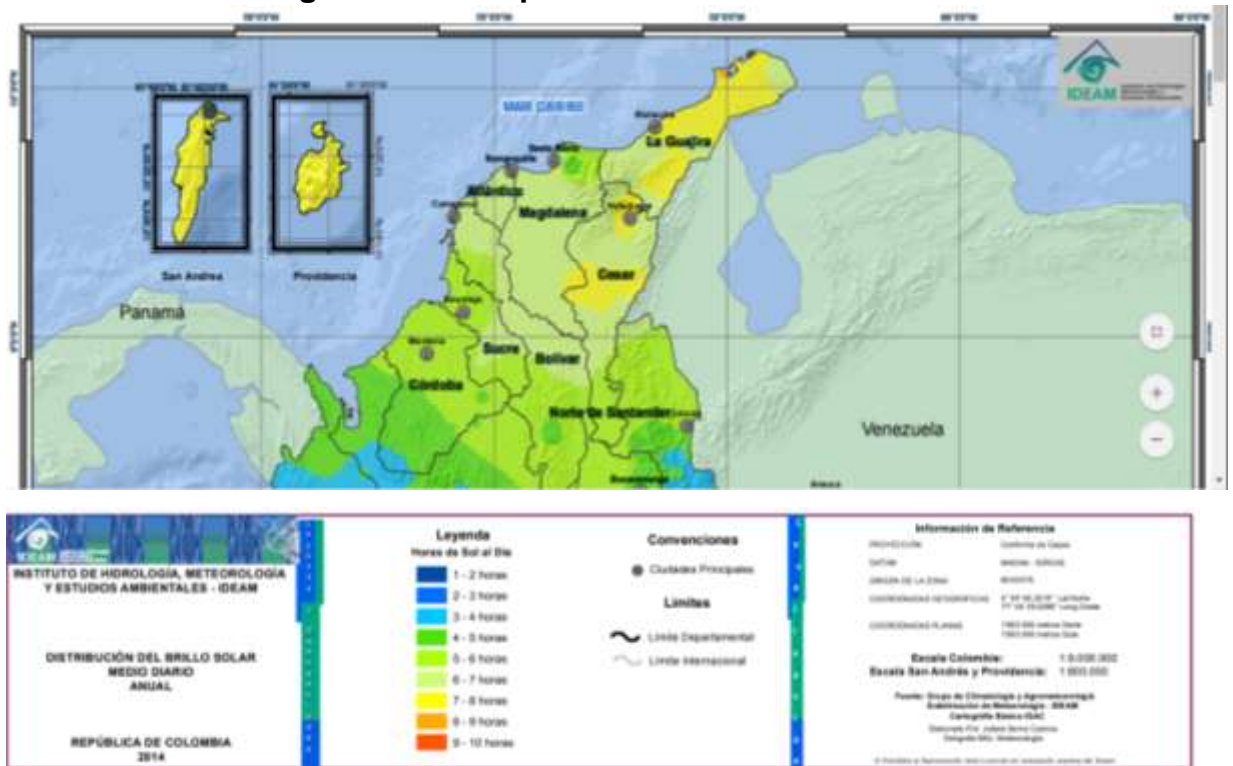
Fuente: IDEAM, (Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, 2014)

Este mismo dato es corroborado por el estudio de (Chamorro, Villicaña, & Viana, 2015), el cual concluye que lo siguiente “Los niveles de radiación en la zona norte de la península de La Guajira son adecuados para el desarrollo de instalaciones solares de tipo eléctrico y térmico. Las instalaciones de tipo eléctrico serían fotovoltaicas, ya sean conectadas a la red o aisladas. Los resultados obtenidos

indican que tecnologías como la CSP son rentables debido la cantidad de insolación e irradiación mayor a los 6,0 kWh/m² día”.

En el mismo (Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, 2014) data información sobre el brillo solar que incluye a La Guajira y a Riohacha, representado en el siguiente mapa.

Figura N° 13. Mapa de horas sol del IDEAM



Fuente: IDEAM, (Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, 2014)

Esto muestra que Riohacha tiene entre 7 y 8 horas de sol al día, entonces es viable para el aprovechamiento energético de un sistema fotovoltaico.

7.3 CÁLCULOS PARA LA OBTENCIÓN DEL REQUERIMIENTO ENERGÉTICO DEL ÁREA DEL PROYECTO

Para obtener los datos de requerimiento energético del área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios, ubicado en el Distrito especial, turístico y cultural de Riohacha, es necesario aplicar la siguiente fórmula, cuyas variables son remplazadas por los datos obtenidos en campo.

$$\sum (\text{potencia de equipos} * \# \text{ de equipos} * \text{tiempo de uso})$$

Al remplazar los datos se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla N° 4. CALCULO DE REQUERIMIENTO ENERGETICO

EQUIPOS ELÉCTRICOS	Potencia eléctrica del equipo en Kw (kilovatios)	Cantidad de equipos	Tiempo de utilización h (horas)	Energía consumida en KWh kilovatios-horas
Aire acondicionado	0,990	32	8	253,44
Dispensador de agua	0,120	32	24	92,16
Computador	0,200	64	8	102,4
Tubo fluorescente	0,028	64	8	14,33
impresora	0,010	32	8	2,56
ventilador de techo	0,100	32	8	25,6
Cámara de seguridad	0,006	32	24	4,6
cargas flotantes	0,010	64	5	3,2
TOTAL				498,29

Fuente: Elaboración propia, 2018

Con los datos de la tabla anterior obtenemos el consumo de energía eléctrica diario del área administrativa y financiera del hospital nuestra señora de los remedios en Riohacha, el cual es 498,29 kWh/día, el cual debe tenerse en cuenta para el diseño del sistema solar fotovoltaico.

7.4 CÁLCULO DE LOS PANELES SOLARES A IMPLEMENTAR Y EL INVERSOR

El sistema que se va implementar es de inyección a la red, porque se busca reducir el costo del consumo teniendo en cuenta el área administrativa y financiera del hospital nuestra señora de los remedios de Riohacha opera durante las horas diurnas, por lo tanto el consumo de energía en este periodo es del 90% con respecto a la energía total, también se va tener en cuenta las perdidas por el rendimiento del inversor que es de un 90%, la potencia pico va depender de los elementos que más consumen que en este caso son los aires acondicionados. A continuación se determina la potencia Pico, del área estudiada.

Ecuación 1.

EES= energía entregada por el sistema

Con una eficiencia del 90% el EES es igual a:

$$EES = \left(498,29 \frac{kwh}{día} * 0,9 \right) = 448,461 kwh/día$$

EES= 448,461 Kwh/día

Ecuación 2.

PP= potencia pico

$$PP = 32 \text{ aires acondicionados de } 0,990 \text{ kw} + 64 \text{ computadoras de } 0,200 \text{ kw} = 44,448 \text{ kw}$$

PP= 44,480 KW

Para continuar con el diseño de este sistema, es importante determinar el número de paneles solares necesarios para la instalación Solar Fotovoltaica para el área establecida, en donde se determina con el aporte individual de cada panel y el consumo de energía diaria que se requiere a suplir, para esto se consultó el

consumo de los equipos del área administrativa y financiera del hospital, las horas de sol pico o HPS [horas/día] de irradiación solar del municipio Riohacha y un factor global de funcionamiento de 0,902.

Para el cálculo del número de paneles solares necesarios del sistema Solar Fotovoltaico consideramos la siguiente expresión:

Ecuación 3. Numero de paneles

$$NT = EES / (PMPP * HPS * PR)$$

NT= número total de paneles del sistema fotovoltaico

EES= energía entregada por el sistema

PMPP= potencia pico nominal del panel

PR= Factor global de funcionamiento 0,9 (PR) el factor global de funcionamiento que varía entre 0.65 y 0.90. Manual calculo fotovoltaico Europe sunfield

HPS = Horas de Sol Pico

$$NT = \frac{\left(448,461 \frac{KWh}{día}\right)}{\left(310W * 6 \frac{h}{día} * 0,9\right)} = 297,6$$

NT=297,6= 298 paneles

Para establecer la conexión entre los módulos o paneles, en serie o en paralelo, se tiene en cuenta el tipo de panel a usar y sus características.

Paneles en serie: Para determinar el número de paneles en serie es necesario conocer el VMax del panel que se va a utilizar.

Ecuación 4. Paneles en serie

$N_{serie} = V_{sistema} / V_{max}$

N_{serie} = número de paneles en serie

$V_{sistema}$ = voltaje entregado por el sistema, que en este caso es de 120 V

V_{max} = voltaje de trabajo máximo del panel, que en este caso es de 24 V

$$N_{serie} = \frac{120V}{24V} = \frac{208}{42} = 5 \text{ (Siendo trifásica)}$$

$N_{serie} = 5$

Ecuación 5. Paneles en paralelo

$N_{paralelo} = NT / N_{serie}$

$N_{paralelo}$ = número de paneles en paralelo

NT = número total de paneles del sistema fotovoltaico

N_{serie} = número de paneles en serie

$$N_{paralelo} = \frac{298}{5} = 59,6$$

$N_{paralelo} = 59,6 = 60$

De acuerdo a estos resultados se aproxima a 300 paneles solares que irían distribuidos de 5 filas de 60 paneles, cada panel mide 2 metros x 1 metro aproximadamente, orientándonos en la distribución que hacen en el centro comercial Viva Wajiira se necesita un área aproximada de 600 m². Los paneles van a ir colocados en unas estructuras de aluminio que van en el techo para que queden con un Angulo de inclinación de 15 grados con respecto al techo.

Figura N° 14. Panel Solar 310W 24V Policristalino Atersa y Área de instalación en el hospital



Fuente: Google Eart 2019- <https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-310w-24v-policristalino-atersa>

El panel solar 310W policristalino 24V, ideal para el mantenimiento de pequeñas casas con consumos medios. Este panel solar 310W policristalino permite tener una cierta autonomía energética ya que está agrupado en el segmento de paneles solares de media o alta potencia; muy eficaz en puntos sin conexión a red. Se trata de un panel solar de 72 células, lo que nos indica que se trata de un panel solar de 24V. Lleva incorporados 90cm de cable por cada polo en la parte trasera del panel, para que así podamos conectarlos más fácilmente que sin cables. El panel de 310W de Atersa está fabricado íntegramente en España y ofrece 25 años de garantía.

Ficha Técnica:

- Potencia del Panel Solar: 310W
- Tipo de Célula del Panel Solar: Policristalino
- Dimensiones del Panel Solar: Largo x Ancho x Grueso (mm) 1965 x 990 x 40 mm
- Tensión Máxima Potencia: 37.14V
- Corriente en Cortocircuito ISC: 8.83A
- Eficiencia del Módulo: 15.94%

- Amperios Máximos de Salida IMP: 8.35A
- Tensión en Circuito Abierto: 46.14V
- Voltaje de Trabajo del Panel Solar: 24V
- Peso del Panel Solar: 24 Kg
- Marco del Panel Solar: Blanco y Gris
- Garantía del Panel Solar: 25 años

Figura N° 15. Planta fotovoltaica, Centro Comercial Viva Wajiira



Fuente: <https://www.grupoexito.com.co/es/sala-de-prensa/noticias/viva-wajiira-del-grupo-exito-en-riohacha-es-el-primer-centro-comercial-en-la-region-caribe-con-certificacion-leed-gold-por-sus-altos-estandares-internacionales-en-construccion-sostenible>

La escogencia de este tipo de paneles y el inversor es debido a que, en el municipio de Riohacha se encuentra operando un sistema de energía solar de inyección a la red, en el centro comercial viva Guajira desde hace 4 años, entonces por confianza en la operación de este sistema por parte la empresa KAIPALA energy que fue la encargada de hacer la instalación de estos equipos, y por tanto en este proyecto se permite implementar esta marca.

Luego la inversión de 300 paneles solares de estas características para implementar el sistema solar fotovoltaico en el área administrativa y financiera del Hospital Nuestra señora de los remedios de la ciudad de Riohacha es:

Valor del panel por unidad 298,59 Euros, en pesos colombianos seria: \$1.069.182 COP.

Dónde: **300 paneles solares × \$ 1.069.182 = \$ 320.754.600 COP**

Calculo del inversor

Para el dimensionamiento del inversor se tiene en cuenta la potencia pico que es de 44,480 KW, entonces emplearemos el siguiente inversor:

Figura N° 16. Inversor Red 50000W INGECON Sun Power 50 kW



Fuente: <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-red-50000w-ingecon-sun-power-50-kw>

El Inversor de Conexión a Red 50000W INGECON Sun Power 50 kW es un inversor trifásico para instalaciones solares fotovoltaicas en cubierta de mediana y gran potencia o de gran potencia en suelo, como puede ser la instalación de más de 1 MW de campo solar fotovoltaico.

- Pico de Potencia del Inversor: 50000W
- Voltaje de Trabajo del Inversor: 230V-400V

- Potencia de Salida continuada: 50000W
- Eficiencia del Inversor: Onda Senoidal Pura

Los cables para paneles de inversor son los siguientes FG21M21-R/N “PV1-F” CABLE SOLAR 6mmQ – 1800vdc. Conductor de cobre estañado – doble chaqueta. 100 metros de cable.

Los cables del inversor van a los fusibles de los transformadores y de ahí a la red el cable utilizado es un 4x4 200 METROS y 2 transformadores en paralelo.

Las especificaciones de los transformadores son las siguientes:

Figura N° 16.1 transformadores en paralelo, caja de fusibles y cableado

Transformador seco 225 kVA

Marca	SUNTEC
Número de Serie	06060215
Potencia	225 KVA
Relación de Tensión	400 / 216-125
Tipo	SECO ABIERTO CLASE H
Grupo de Conexión	DyN5
Frecuencia	60 HZ
Corriente Primaria Nominal	324.76 A
Corriente Secundaria Nominal	601.41 A



Fuente: foto tomada del sistema de energía solar en el centro comercial viva Guajira por la empresa Kaipala Energy

Instalación

La empresa Kaí'pala Energy se encuentra ubicada en la ciudad de Riohacha y es la encargada de realizar instalaciones y mantenimientos a sistemas solares fotovoltaicos.

Mantenimiento

El mantenimiento preventivo que se le debe realizar al sistema por año, está asociado al correcto funcionamiento del sistema solar fotovoltaico durante la vida útil del mismo, este representa según (Ortiz, melissa; Jiménez, Viviana, 2016) el 0,5% de la inversión inicial a partir del presupuesto de cantidades unitarias del proyecto.

8. ESTUDIO DE MERCADO

8.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Para el hospital Nuestra Señora de los Remedios, la demanda eléctrica está en función de factores como: la necesidad real de electricidad, el precio, el presupuesto asignado desde la Secretaría de Salud departamental en representación de la Gobernación de La Guajira, el origen o fuentes de información y otros indicadores econométricos.

El producto del proyecto está planteado para cubrir aproximadamente el 50% del consumo total del área Administrativa y Financiera del Hospital. Con base en información de las facturas del operador del servicio de electricidad Electricaribe S.A E.S.P., el consumo total mensual promedio del Hospital es 95.736,3 kWh, en donde al área administrativa financiera le corresponde un consumo de 14.948,7 kWh, lo cual el sistema fotovoltaico puede cubrir a menor costo a medida que transcurra el tiempo y sea recuperada la inversión inicial.

Como Electricaribe, tiene muchas fallas en el servicio, la demanda de electricidad en el Distrito y puntualmente en el Hospital es soportada en muchas ocasiones no es satisfecha, debido a que es una empresa en proceso de liquidación causado por las continuas deficiencias en el servicio y el incumplimiento con las inversiones en infraestructura que ha derivado en la insatisfacción de los usuarios. La demanda entonces se puede clasificar como una oportunidad a partir de una demanda insatisfecha a nivel de calidad para una necesidad de bienes sociales finales, que puede traer la implementación de estos sistemas de suministro de energía obtenidas de recursos renovables.

8.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA

8.2.1 Oferta del producto o servicio

En la región Caribe Colombiana, especialmente en el departamento de La Guajira, existen dos reconocidas infraestructuras de implementación de sistemas de energía renovables, uno el Parque Eólico Jepírachi instalado por las Empresas Públicas de Medellín (EPM), localizado entre las localidades del Cabo de la Vela y Puerto Bolívar y Bahía Portete, en el municipio de Uribia, La Guajira, con una capacidad instalada de 19,5 MW de potencia nominal y otro, un sistema de energía solar fotovoltaica instalado en la tienda Éxito Panorama, de los Almacenes Éxito en Riohacha, que soporta aproximadamente el 24 por ciento del consumo diario de electricidad en el establecimiento. Se puede abrir de esta manera un mercado para empresas del mismo sector o incluso sectores diversos, (Hoyos & Hernandez, 2017).

A su vez en el mismo departamento de La Guajira también existen otras infraestructuras de obtención de energía renovable, como es el caso de uso de paneles solares y sistemas fotovoltaicos que abastecen a las poblaciones aisladas que habitan en casas llamadas rancherías (viviendas propias de los wayuu). En esta misma zona la energía fotovoltaica es aprovechada como fuentes de energía que hoy en día es más usada para el funcionamiento de las bombas sumergibles para captar agua de fuentes subterráneas, estos paneles han ido remplazando los molinos de viento que eran usados anteriormente para este fin.

8.2.2 Precios o tarifas de producto o servicio

Generalmente para este tipo de sistemas energéticos, los precios del servicio están determinados por los costos asociados a los componentes de transformación de la energía, el almacenamiento y las otras consideraciones técnicas inherentes al

proyecto, por tanto el retorno de la inversión representa la amortización de los costos.

8.2.3 Naturaleza y usos del producto

La importancia de estos sistemas está en su ciclo de vida, que en el caso de los fotovoltaicos, se limitan a la fabricación, instalación, y operación. Es importante también si opera en conexión a red o aislado. Este producto tiene como característica la durabilidad por su ciclo de vida, indicando que la inversión se recupera con el tiempo y tiene bajo costo de mantenimiento, soportando el consumo de los equipos del área administrativa y financiera utilizados en el Hospital. Por tanto este producto está clasificado como un bien duradero debido al prolongado periodo de vida útil de los paneles solares.

9. ESTUDIO AMBIENTAL

Para todo proyecto es importante realizar un estudio de impacto ambiental, debido a que para llevarlo a cabo se realizan ciertas actividades que están enlazados con los aspectos ambientales de la zona.

Para este caso de Instalación de un sistema Fotovoltaico para complementar el suministro de energía en el área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de los Remedios en Riohacha, en donde se evalúa el impacto ambiental que ocasionaría las etapas del proyecto en los componentes medioambientales del entorno geográfico y social, el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y se postula un plan de manejo ambiental, teniendo en cuenta el marco legal correspondiente.

El objetivo es Fomentar el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables con el menor impacto ambiental y social, además de la transición de este tipo de energía menos contaminante en la región.

El estudio parte de la definición de las etapas del proyecto y la descripción de las actividades desglosadas de cada etapa. Para cada actividad identificada se estima el impacto en varios componentes ambientales usando la evaluación ambiental del método de CONESA y posteriormente se describe un plan de manejo ambiental.

9.1 METODOLOGÍA PARA ESTUDIO AMBIENTAL

Este estudio se realizara en los siguientes pasos:

Paso 1: Se realizará una revisión de los impactos ambientales, según las actividades a desarrollar, que alteren la dinámica de los factores bióticos y abióticos.

Paso 2: Se plasmará las actividades que puedan producir impactos ambientales.

Paso 3: Se identificará los impactos ambientales mediante el uso de una matriz de relación causa - efecto donde se relacionan los factores ambientales identificados en la línea base con las actividades susceptibles de producir impacto de cada etapa.

Paso 4: Se evaluará los impactos ambientales según el método de Conesa simplificado, usado por (Hoyos G. & Henández M., 2017). Con juicios cualitativos positivos o negativos con 10 criterios diferentes.

9.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LAS ETAPAS DEL PROYECTO

De acuerdo a la estructura de trabajo, se desglosan las actividades de acuerdo a cada etapa del proyecto:

Tabla N° 5. Lista de Acciones Susceptibles de Producir Impacto (ASPI)

ETAPA	ACTIVIDAD
PLANEACIÓN	Determinar el área disponible
	Inventario de equipos eléctricos/electrónicos
	Diseñar del sistema solar FV
	Caracterización física y energética
	Transporte de maquinaria, equipos y materiales
	Construcción e instalación de Canaletas y cableado
	Limpieza y adecuación del área
	Almacenamiento de materiales
	Fabricación del módulo

ETAPA	ACTIVIDAD
CONSTRUCCIÓN	Fabricación estructura de soporte
	Montaje de soportes y paneles
	Pruebas y puesta en marcha
	Desmantelamiento de instalaciones provisionales
	Entrenamiento del personal
	Manejo y disposición de residuos
OPERACIÓN	Generación de energía
	Mantenimiento preventivo
	Mantenimiento correctivo
	Manejo y disposición de residuos
DESMANTELAMIENTO	Desmontaje de paneles
	Desmontaje de estructuras
	Gestión de residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia, con referencia de (Hoyos G. & Henández M., 2017)

9.3 MATRIZ DE IMPACTOS

Al aplicar la matriz de evaluación de criterios aplicados en el método de (CONESA FERNANDEZ, 1993) simplificado, en donde se obtiene un valor total resultante de la suma de los valores estimados por cada una de las 10 variables definidas en la matriz. A continuación se presenta la matriz de impacto:

Tabla N° 6. Matriz de impactos

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL DE INSTALACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADA A LA RED		Abióticos				Bióticos		Socio económicos					
		Agua	Aire	presión sonora	Suelo	Residuos sólidos	Ecosistemas	Vegetación	Fauna	Situación económica local	Educación, ciencia y tecnología	Aspectos sociales	Aspectos culturales
	Compatible, menor a 25												
	Moderado, entre 25 y 50												
	Severo, entre 51 y 75												
	Crítico, mayor a 76												
	Impacto positivo												
ETAPA	Acciones susceptibles de producir impacto												
CONSTRUCCIÓN	Transporte de maquinaria, equipos y materiales	21	28	20	26			13	24				26
	Construcción e instalación de Canaletas y cableado	21	15	15	15	24	27	20					21
	Limpieza y adecuación del área	19	14	14	13	24	27	13					
	Almacenamiento de materiales				13	20							
	Fabricación del módulo		13	13	13	19							
	Fabricación estructura de soporte		13	14	13	13							
	Montaje de soportes y paneles			13		13							21
	Pruebas y puesta en marcha												
	Desmantelamiento de instalaciones provisionales			13	14	19							
	Entrenamiento del personal												
	Manejo y disposición de residuos	15	17		15	13	19						
OPERACIÓN	Generación de energía												
	Mantenimiento preventivo	16		13									
	Mantenimiento correctivo			13	19								
	Manejo y disposición de residuos	20	16		21	19	19						
DESMANTELAMIENTO	Desmontaje de paneles				15	19							
	Desmontaje de estructuras				14	19							
	Gestión de residuos sólidos	15	14	16	18	19	19						

Fuente: Elaboración propia con base a (Hoyos G. & Henández M., 2017) y (CONESA FERNANDEZ, 1993).

9.3.1 Análisis de la matriz

Estos son los datos obtenidos de la matriz, al evaluar los impactos del proyecto para complementar el suministro energético del área Administrativa y Financiera del Hospital Nuestra Señora de Los Remedios, a través de la elaboración de los compontes afectados de la región desde el ámbito ambiental y social del Distrito.

- El factor socioeconómico presenta numerosos impactos positivos debidos a la generación de empleo, la disponibilidad de energía que complementa el

requerimiento energético del equipamiento de salud, mejorando el servicio social que este presta. Además propende a la generación de nuevos conocimientos técnicos.

- Los impactos negativos más significativos fueron clasificados como moderados, alcanzando niveles de importancia máximos de 28 puntos sobre 100 posibles, los cuales están enfocados en la etapa de construcción del sistema fotovoltaico, especialmente en el transporte de maquinaria y equipos y en la instalación de canaletas y cableado, que afectan hasta cierto punto el aire, el suelo y la vegetación por emisiones, uso de material pétreo y cambio en cobertura arbórea.
- En el desmantelamiento los impactos identificados son también significativos porque genera posibles emisiones de gases de efecto invernadero y partículas que afectan la salud, además de vertimientos líquidos, consumo de recursos y disposición de residuos sólidos que afecta el medio ambiente.
- Los consumos de agua estarán centrados en la fase de construcción, la cual es temporal, y la fase de mantenimiento de la instalación, en la cual debe realizarse limpieza de los paneles, la cual se incrementa en los períodos de sequía debido a la acumulación de polvo sobre los paneles.
- Los impactos negativos de este proyecto son pocos y a su vez si presenta muchos impactos positivos que benefician socialmente a la población y lo hace ambientalmente, al no alterar los factores bióticos y abióticos significativamente.

9.4 Plan de manejo ambiental

Para la ejecución de este proyecto se plantea un plan de manejo ambiental enfocado en aquellos componentes cuyas actividades se estiman con un impacto moderado según los factores abióticos, bióticos y socio económicos. Para cada actividad se diseña un plan así:

Tabla N° 7. Plan de Manejo Ambiental del proyecto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
ELEMENTOS DE PLANIFICACIÓN	Transporte de maquinaria, equipos y materiales	Construcción e instalación de canaletas y cableado	Limpieza y adecuación del área	Manejo y disposición de residuos
OBJETIVO	Minimizar el deterioro en los factores abióticos, bióticos y socio económicos del lugar derivados del transporte de la maquinaria y los materiales.	Adecuar el terreno para la construcción de vías de acceso para el montaje de la estructura.	Adecuar el terreno a utilizar para el montaje de la estructura procurando zonas con poca o nula vegetación.	Disponer adecuadamente los residuos generados por la construcción del sistema fotovoltaico y su respectivo abandono.
JUSTIFICACIÓN	En el transporte de los elementos que constituyen el sistema solar fotovoltaico, se tiende a emitir materiales contaminantes, ruido y deterioro del suelo y la fauna.	En la limpieza y preparación de las vías de acceso al lugar físico en donde se montará la estructura y los paneles solares debe procurarse en zonas con poca vegetación para minimizar los impactos negativos en la vegetación y en el suelo.	En la limpieza y preparación del lugar físico en donde se montará la estructura y los paneles solares debe procurarse en zonas con poca vegetación para minimizar los impactos negativos en la vegetación por el hecho que en el lugar de montaje no es posible utilizar el suelo para actividades de agricultura.	La instalación de la estructura genera diferentes tipos de residuos, en su mayoría reciclables, que deben ser dispuestos de una forma diferente a los residuos no reciclables. Posteriormente en la etapa de abandono se debe realizar la separación de todos los tipos de residuos para su correcto aprovechamiento y disposición.
ETAPA	Construcción	Construcción	Construcción	Construcción y Desmantelamiento
IMPACTOS A GESTIONAR	Deterioro en el entorno natural del área de influencia.	Deterioro en la vegetación y el suelo que se encuentra en el área de influencia.	Deterioro en la vegetación que se encuentra en el área de influencia.	Generación de material particulado, polvo, molestia por parte de los funcionarios de la

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
	Alteración del aire, el agua, la flora y la fauna de la zona.	Alteración de especies de plantas en el área de influencia y modificación del uso del suelo	Alteración de especies de plantas en el área de influencia.	entidad debido a la obstrucción parcial de las zonas comunes del edificio. Disposición inadecuada de los residuos aprovechables que generan basuras innecesarias.
TIPO DE MEDIDA	PREVENTIVA/CORRECTIVA	PLANEACIÓN	PLANEACIÓN	PREVENTIVA/CORRECTIVA
MITIGACIÓN	<p>Medir los niveles de contaminación y deterioro de los factores bióticos y abióticos originados por los medios de transporte. Seleccionar el más adecuado.</p> <p>Considerar alternativas de transporte dando prioridad a la conservación de los ecosistemas de la zona.</p> <p>Realizar compensación con la reforestación en otros lugares.</p>	<p>En las fases preliminares se deben postular lugares potenciales con poca o nula vegetación.</p> <p>Diseñar y/o rediseñar la propuesta dando prioridad a la conservación de los ecosistemas de la zona.</p> <p>Realizar compensación con la reforestación en otros lugares.</p>	<p>En las fases preliminares se deben postular lugares potenciales con poca o nula vegetación.</p> <p>Diseñar y/o rediseñar la propuesta dando prioridad a la conservación de especies endémicas de la zona.</p> <p>Realizar compensación con la reforestación en otros lugares.</p>	<p>Contactar a una empresa de manejo de residuos aprovechables para que realice la correcta disposición de éstos</p> <p>Capacitar al personal que realiza la instalación la instalación del sistema fotovoltaico la forma adecuada para que realice la separación en la fuente.</p> <p>Colocar la señalización correspondiente para que los residuos se encuentren en un solo punto y no generen desorden.</p> <p>Durante la etapa de abandono, contactar una empresa de aprovechamiento de residuos para que compre los residuos que sean recuperables.</p>
INDICADORES	<p>Estimación de una matriz de impactos.</p> <p>Cantidad de árboles reforestados.</p>	Obtención de licencias y permisos.	Cantidad de árboles reforestados.	Monto de residuos vendido en la etapa de abandono del proyecto

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
		Cantidad de árboles reforestados.	Postulación de lugares alternativos y selección de la mejor opción con menor impacto en vegetación.	Cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario de Doña Juana, se verifica revisando el monto de la factura del acueducto y alcantarillado.
RESULTADOS ESPERADOS	<p>Seleccionar la mejor alternativa después de analizar las variables inherentes a cada una de ellas.</p> <p>Minimizar el deterioro en la vegetación y los ecosistemas aledaños.</p> <p>Integrar mejores prácticas ambientales a la metodología de trabajo.</p>	<p>Seleccionar la mejor alternativa después de analizar las variables inherentes a cada una de ellas.</p> <p>Minimizar el deterioro en la vegetación y los ecosistemas aledaños.</p> <p>Realizar un diseño consistente en que se disponga la utilización de menos área geográfica.</p>	<p>Seleccionar la mejor alternativa después de analizar las variables inherentes a cada una de ellas.</p> <p>Minimizar el deterioro en la vegetación</p> <p>Realizar un diseño consistente en que se disponga la utilización de menos área geográfica.</p>	<p>Obtener alguna ganancia con la venta de los residuos.</p> <p>Disminuir al máximo posible la disposición inadecuada de los residuos aprovechables.</p> <p>Minimizar el desorden durante la etapa de construcción con los residuos sólidos generados.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018 con base a (Hoyos G. & Henández M., 2017) y (CONESA FERNANDEZ, 1993).

10. ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico incluye los análisis financieros derivados del sistema propuesto, en donde se analizará el costo del sistema y la rentabilidad del proyecto.

Los costos del proyecto están inmersos en los elementos del sistema, y su instalación.

A continuación se determinará los costos del sistema, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La inversión de 300 paneles solares de las características definidas en el estudio técnico, que se proponen ser implementadas para la instalación del sistema solar fotovoltaico que complementará el suministro del área administrativa y financiera del Hospital Nuestra señora de los remedios de la ciudad de Riohacha es:

Valor del panel por unidad 298,59 Euros, en pesos colombianos sería:
\$1.069.182 COP

$VU = 300 \text{ paneles solares} \times \$ 1.069.182 = \$ 320.754.600 \text{ COP}$

- El inversor de Conexión a Red 50000W INGECON Sun Power 50 kW tiene un valor de 19.053,59 Euros, en pesos colombianos es = \$ 68.224.427 COP
- La instalación, estaría siendo realizada por la empresa Kaí'pala Energy que se encuentra ubicada en la ciudad de Riohacha, y actualmente que se encarga de realizar instalaciones y mantenimientos a sistemas solares fotovoltaicos. Esta empresa estima su servicio, incluyendo materiales de cableado, soportes para los paneles solares, soporte del inversor y la mano de obra, en \$ 30.000.000 COP.

10.1 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN

Ahora se determina el Costo total de la inversión, sin mantenimiento teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, usando la siguiente fórmula:

$$CTSM = CI + CP + CINV$$

En donde:

CTSM= Costo total de la inversión sin mantenimiento

CI= costos de instalación

CP= costos de paneles solares

CINV= costo del inversor

El Costo total de la inversión del sistema fotovoltaico sin mantenimiento, para complementar el suministro de energía eléctrica al área administrativa y financiera del Hospital Nuestra señora de los Remedios en Riohacha es el siguiente:

$$CTSM = CI + CP + CINV$$

$$CTSM = \$ 30.000.000 + \$ 320.754.600 + \$ 68.224.427$$

$$CTSM = \$ 418.979.027 \text{ COP}$$

Luego le incluimos el Mantenimiento preventivo que se le debe realizar al sistema por año, en toda la vida útil del sistema que corresponde al 0,5% de la inversión inicial a partir del presupuesto de cantidades unitarias del proyecto, según (Ortiz & Jiménez, 2016). Por lo que el costo del Mantenimiento por año quedaría así:

$$\text{MPA} = \text{CTSM} * 0,5\%$$

Siendo MPA= Costo del Mantenimiento por año

Ahora,

$$\text{MPA} = 418.979.027 * 0,005 = 2.094.895 \text{ COP}$$

Y el Costo del mantenimiento total sería:

MT= Costo Mantenimiento total

$$\text{MT} = \text{MTPA} * \text{vida útil del sistema}$$

Vida útil del sistema= 25 años

$$\text{MT} = 2.094.895 * 25 = 52.372.378 \text{ COP}$$

Entonces el Costo total del proyecto incluyendo el mantenimiento es el siguiente:

$$\text{CT} = \text{CTSM} + \text{MT}$$

CTSM: Costo total del sistema sin mantenimiento

MT: Mantenimiento

$$\text{CT} = 418.979.027 + 52.372.378$$

$$\text{CT} = 471.351.405 \text{ COP}$$

A continuación se presenta una tabla con el resumen del costo total del sistema, según lo identificado anteriormente:

Tabla N° 8. Costo Total del sistema

Item	Aspectos del sistema	COSTO (Pesos Colombianos)
1	Inversión de Paneles Solares	320.754.600
2	Inversor	68.224.427
3	Instalación	30.000.000
TOTAL SIN MANTENIMIENTO		418.979.027
4	Mantenimiento	52.372.378
TOTAL COSTO DEL SISITEMA		471.351.405

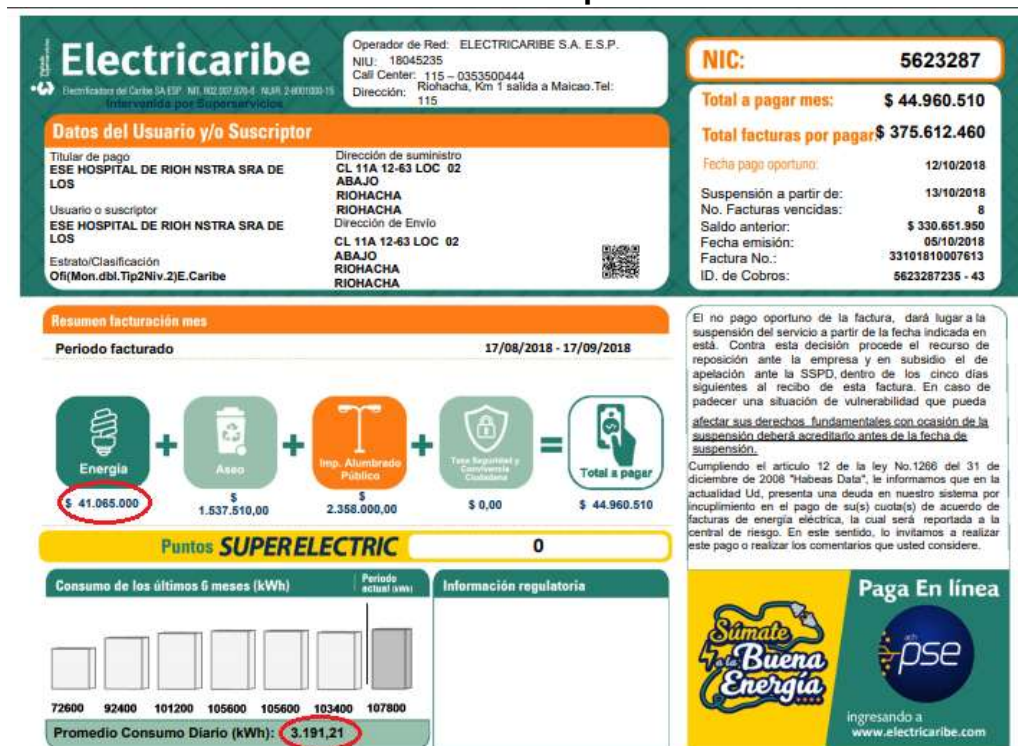
Fuente: Elaboración propia, 2018

Los aspectos de implementación del manejo ambiental y seguridad industrial, están incluidos en la parte operativa del instalador, puesto que las empresas tienen un cumplimiento de responsabilidad social y ambiental que cubren dentro de sus gastos administrativos, al igual que el IVA, y rete fuente.

10.2 CONSUMO DE ENERGÍA DEL HOSPITAL SEGÚN ELECTRICARIBE

Según la cuenta e cobro del corte de los meses septiembre – octubre, expedida por Electricaribe ante hospital Nuestra Señora de los Remedios de Riohacha, es posible determinar el consumo de energía promedio diario KWh del EDS, que es (3.191,21 kwh) y el valor que paga el hospital por ese consumo es de (\$ 41.065.000 COP).

Figura N° 17. Cuenta de Cobro de Consumo de Energía del EDS Nuestra Señora de los Remedios por Electricaribe



Fuente: <https://pagoselectricaribe.facture.co/Consulta#/List>

Teniendo en cuenta lo anterior vamos a determinar cuánto sería el retorno de la inversión del sistema fotovoltaico a implementar y de cuánto sería el ahorro económico.

VEHM= costo promedio de la energía consumida por el hospital al mes

VEHM= \$ 41.065.000

CEHM= Consumo de energía promedio del hospital al mes

CEHD= consumo de energía promedio del hospital al día

CETM= CETD*30= (3.191,21 KWh*30)

CEHM= 95.736,3 KWh

CEAM= consumo de energía promedio del área administrativa y financiera al mes

CEAD= consumo de energía promedio del área administrativa y financiera al día

CEAM=CETD*30= (498,29 KWh*30)

CEAM= 14.948,7 KWh

VEAM= costo de la energía consumida por el área administrativa y financiera del hospital al mes

VEAM= (CEAM*VEHM)/CEHM

VEAM= (14.948,7 KWh * \$ 41.065.000) / 95.736,3 KWh

VEAM= \$ 6.412.075

El sistema está diseñado para reducir ese consumo en un 90% aproximadamente, debido a que los equipos más robustos funcionan durante el día por lo tanto el ahorro mensual de energía equivale:

AME= ahorro mensual de energía

AME= VEAM * 90%=\$ 6.412.075* 0,9

AME= \$ 5.770.867,5

10.3 RETORNO DE LA INVERSIÓN

Teniendo en cuenta el costo total de la inversión del sistema y el ahorro mensual en gastos de energía, es posible obtener el retorno de la inversión.

RI = Retorno de la inversión en años

$$RI = CT / (AME * 12) = \$ 471.351.405 / (\$5.770.867,5 * 12)$$

$$RI = 6,8 = 7 \text{ años}$$

Esto quiere decir, que en siete (7) años, se recuperaría la inversión, y según las especificaciones de los paneles, el sistema tiene una vida útil de 25. Por tanto salvo a los costos de mantenimiento, el hospital tendría un ahorro de 18 años ante el pago que hace en la empresa ELECTRICARIBE, y garantizaría su funcionamiento.

Estos 18 años multiplicados por el ahorro mensual que tiene el Hospital al cancelar su factura a Electricaribe, da como resultado la RENTABILIDAD TOTAL de la implementación del sistema.

$$\text{Rentabilidad total} = 18 * \$ 5.770.867,5 = \$103.875.615,5 \text{ COP}$$

Debido a esta Rentabilidad total, se puede plasmar que económicamente es viable realizar la implementación de este proyecto de instalación de un sistema fotovoltaico, para complementar el suministro de energía eléctrica al área administrativa y financiera del Hospital Nuestra señora de los Remedios de Riohacha.

11. COMPARACIÓN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

En este capítulo, se va a realizar una comparación de ventajas y desventajas, según la viabilidad en los aspectos económicos, ambiental, social y técnico que tiene la implementación de un sistema solar Fotovoltaico que complementaría el suministro del área administrativa y financiera del Hospital Nuestra señora de los remedios de la ciudad de Riohacha.

Tabla N° 9. Ventajas y desventajas del sistema

ASPECTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Económico	Ahorro monetario a largo plazo, en el pago de facturas del servicio de energía eléctrica convencional a la empresa de Electricaribe.	Que no exista disposición del recurso para la inversión del proyecto, debido a que el Hospital, a las administración distrital o departamental no cuenten con presupuesto de inversión de infraestructura y mantenimiento.
	La inversión es recuperable, considerando el ahorro en el pago de la factura del servicio de energía convencional.	La inversión se recupera a largo plazo, en este caso en aproximadamente 7 años.
	El dinero ahorrado se puede invertir en el mejoramiento de otro aspecto de la infraestructura del Hospital Nuestra Señora de Los Remedios del Distrito de Riohacha.	
	Garantía de los paneles.	
Ambiental	Aprovechamiento de los recursos renovables de la región a usar energía solar fotovoltaica.	Condiciones ambientales, como la variabilidad climática a causa de fenómenos meteorológicos, que minimizan el potencial del aprovechamiento del recurso.
	Mitigación en la emisión de GEI, debido a la minimización del consumo de energía eléctrica derivada de la quema de combustibles fósiles.	

ASPECTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	Minimización de uso de recursos no renovables.	
	Adaptación al cambio climático.	
	Cumplimiento con la responsabilidad ambiental y Desarrollo sostenible.	
	Implementación de un plan de manejo ambiental y contingencia en la ejecución del proyecto.	
Social	Aplicación de nuevas tecnologías que traen innovación y desarrollo para la región.	Importación de los paneles, inversor y soportes, debido a la falta de fabricación de nuevas tecnologías en Colombia.
	Generación de empleo para personal de la región en la instalación y operación del sistema.	Pagos de aranceles e impuestos por la importación de los paneles y otros equipos.
	Fortalecimiento de las microempresas que prestan el servicio de instalación del sistema fotovoltaico.	
	Mejoramiento de la calidad del servicio administrativo y financiero por parte del hospital para la atención comunitaria, debido a la permanencia del servicio de energía.	
	El ahorro generado por la implementación del sistema al invertirse en el mejoramiento de otros aspectos de la infraestructura del hospital, que contribuya al mejoramiento del servicio para la comunidad.	

ASPECTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	Mejores condiciones físicas laborales, para los empleados que laboran en el área administrativa y financiera del hospital.	
	Rendimiento y eficiencia en el los procesos administrativos y financieros del hospital Nuestra Señora de Los Remedios.	
Técnico	Autosuficiencia en la generación de energía eléctrica.	Fallas en la operación del sistema, por la poca disponibilidad de personal calificado para realizar el trabajo operativo y de mantenimiento.
	Sistema de energía alternativa garantizada para complementar el consumo energético en los equipos que permiten el funcionamiento del área administrativa y financiera del hospital.	La importación de los paneles y equipos retrasan los procesos de garantías por defectos y de mantenimiento.
	Existe espacio suficiente para la instalación de los paneles que plantea el proyecto.	
	La disponibilidad de la irradiación solar, garantiza el buen funcionamiento del sistema.	

Fuente: Elaboración propia, 2018

12. CONCLUSIONES

- La ubicación geográfica del municipio de Riohacha, La Guajira es potencialmente factible para el montaje del sistema de energía solar fotovoltaico.
- Se logró desarrollar los cálculos pertinentes para el diseño del sistema fotovoltaico que complementaría el consumo de energético que requiere el área administrativa y financiera del Hospital Nuestra Señora de Los Remedios.
- Estuvo a disposición toda la información secundaria requerida para calcular el diseño del sistema fotovoltaico que demandada por el área de estudio.
- Existe un mercado que demanda este tipo de energía, como es el caso del área Administrativa y Financiera del hospital nuestra Señora de los Remedios.
- Con base al diseño del sistema se logró determinar que la retorno de la inversión se puede situar entre corto a mediano plazo (7 años) teniendo en cuenta el tiempo de vida útil del sistema (25 años).
- La implementación del proyecto económicamente si es rentable a mediano y largo plazo, puesto que reduce los costos del consumo de energía eléctrica convencional suministrada por Electricaribe.
- Los beneficios ambientales, pueden resultar atractivos para los proceso de adaptación al cambio climático que llevan a cabo la administración territorial y departamental.

- Técnicamente es muy viable desarrollar el sistema, debido a que el hospital cuenta con espacio suficiente para la instalación de los paneles, y aunque son pocas, en Riohacha ya se cuenta con empresas que instalan el sistema.
- Si el Hospital en conjunto con la administración Departamental y Distrital están interesados en ejecutar el proyecto, pueden contar con la disposición y los incentivos de la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, que favorece este tipo de propuestas de energía renovable.

13.RECOMENDACIONES

- Promover la generación de energía eléctrica con fuentes en recursos naturales renovables para disminuir los riesgos energéticos asociados a los efectos del cambio climático, generar medidas de adaptación al mismo.
- Considerar la implementación del proyecto por parte de otras entidades, en términos de eficiencia energética debido a que el servicio que presta Electricaribe es de un costo muy elevado y de pésima calidad, que en ocasiones no permite prestar un ben servicio a la comunidad.
- Incluir en programas de gobiernos recursos para la inversión en fuentes de energías renovables en los equipamientos de salud y educación en los territorios.

14. CRONOGRAMA

TITULO DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA EL AREA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DEL HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS DEL DISTRITO TURISTICO Y CULTURAL DE RIOHACHA																							
ESTUDIANTE	ALBERTO JOSE ALVARADO ROJAS		IDENTIFICACIÓN		CC		1098646788																
					ID		000074363																
UNIVERSIDAD		UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA																					
ACTIVIDADES		PERIODO: 5 MESES DE EJECUCIÓN																					
		2018																					
		MES 1 (Agosto)				MES 2 (Septiembre)				MES 3 (Octubre)				MES 4 (Noviembre)				MES 5 (Diciembre)					
		SEMANAS																					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
ANTEPROYECTO																							
TRABAJO DE CAMPO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS																							
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA COMO SON LOS MAPAS SOLARES, ENTRE OTROS																							
ELABORACIÓN DE ESTUDIO TÉCNICO EN DONDE SE REALIZARAN LOS CÁLCULOS CORRESPONDIENTES																							
PLASMAR LOS ESTUDIOS DE MERCADO, ECONÓMICOS, Y AMBIENTALES PARA DETERMINAR LOS COSTOS Y BENEFICIOS DEL PROYECTO																							
REALIZAR UN CUADRO COMPARATIVO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROYECTO PARA DEFINIR LA VIABILIDAD DE SU IMPLEMENTACIÓN																							
ENTREGA DE INFORME DE AVANCE 1																							
INFORME DE AVANCE 2																							
INFORME FINAL																							

Fuente: Elaboración propia, 2018.

15. PRESUPUESTO

Finalmente, el cálculo del presupuesto se realizará con base a los precios promedio de los elementos usados para la elaboración del proyecto, incluyendo además una estimación de los gastos adicionales derivados de transporte para visitas de campo, imprevistos y otros gastos generales de la formulación del mismo.

También se incluye el costo total de la implementación e instalación del sistema.

PRESUPUESTO EN COP		
Costo de elaboración del proyecto y diseño del sistema		
ÍTEM	VALOR MENSUAL (\$)	VALOR TOTAL (\$) (5 MESES)
Computadoras, Internet, impresora	100.000	500.000
Transporte	20.000	100.000
Viáticos	20.000	100.000
Fotocopias, memoria USB, papelería	15.000	75.000
Transcripciones, empaste, 4 copias del trabajo	100.000	100.000
TOTAL	\$255.000	\$875.000
Costo total del sistema		
TOTAL COSTO DEL SISITEMA		\$471.351.405
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (con implementación)		
TOTAL		\$472.226.405

REFERENCIAS

- ACCIONA. (noviembre de 2015). *Acciona*. Obtenido de Revista National Geographic en su número especial del Cambio Climático : <https://www.accionacom.com/es/energias-renovables/>
- ALCALDÍA DE RIOHACHA. (2016-2019). *plan de desarrollo Territorial*. Obtenido de <http://www.riohacha-laguajira.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionYControl/PLAN%20DE%20DESARROLLO%202016-2019%20RIOHACHA%20INCLUYENTE%20Y%20SOSTENIBLE.pdf>
- Arroyo, M. (2008). *DIEZ AÑOS DE CAMBIOS EN EL MUNDO, EN LA GEOGRAFÍA Y EN LAS CIENCIAS SOCIALES, 1999-2008*. Obtenido de Universidad de Barcelona: <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm>
- CELSIA. (2016). *QUÉ SON Y CÓMO SON LOS PANELES SOLARES*. Obtenido de Celsia S.A. E.S.P. - Medellín, Colombia: <https://blog.celsia.com/que-son-como-son-paneles-solares>
- Chamorro, M. V., Villicaña, O. E., & Viana, L. A. (10 de junio de 2015). *Cuantificación y caracterización de la radiación solar en el departamento de La Guajira-Colombia mediante el cálculo de transmisibilidad atmosférica*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v13n2/v13n2a07.pdf>
- CONESA FERNANDEZ, V. (1993). *GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL*, segunda edición. Recuperado el 2018, de INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL FI – UNNE: http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf
- CORPOGUAJIRA. (2017). *Tasa de arborización urbana por número de habitantes en las ciudades de Riohacha y Maicao -Departamento de La Guajira*. Riohacha: Corporación Preservar.
- DANE . (2005). *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA*. Obtenido de Municipal área 1985 - 2020: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Detta, E. (2014). *Todo lo que siempre quiso saber sobre la energía solar fotovoltaica (pero nunca se atrevió a preguntar)*. Obtenido de BIDCAMBIOCLIMA: <https://blogs.iadb.org/cambioclimatico/2014/11/21/todo-lo-que-siempre-quiso-saber-sobre-la-energia-solar-fotovoltaica-pero-nunca-se-atrevio-preguntar/>

- DNP. (2017). *Departamento nacional de Planeación*. Obtenido de fichas territoriales : <https://ddtspr.dnp.gov.co/fit/#/fichas>
- Energiza. (mayo de 2012). *ESPECIAL FOTOVOLTAICA*. Obtenido de <http://energiza.org/index.php/102-octubre-13/624-historia-de-la-energia-solarfotovoltaica>
- Gómez Rios, C. C., & Basto Aroca, L. D. (2016). *Vulnerabilidad en la Construcción y Extracción de Pozos para Agua Subterránea en los Municipios de Riohacha, Maicao y Cotoprix en La Guajira*. Obtenido de Universidad de La Salle:
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20545/40111163_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gordillo, G. (28 de noviembre de 2016). "Energía solar, alternativa para problema energético del caribe colombiano". *El Espectador versión online*,.
- HOSPITAL NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS. (2017). *Hospital Nuestra señora de Los Remedios Riohacha*. Obtenido de <http://hospitalnsr.gov.co/index.php/hospital-2/resena>
- Hoyos G., O., & Henández M., C. J. (2017). *ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 10 KW, CASO "HOSPITAL LOCAL DE TENERIFE, MAGDALENA."*. Obtenido de UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5965/1/HoyosGuti%C3%A9rrezOscar017.pdf>
- Hoyos, G. O., & Hernandez, M. C. (2017). *ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 10 KW, CASO "HOSPITAL LOCAL DE TENERIFE, MAGDALENA."*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5965/1/HoyosGuti%C3%A9rrezOscar017.pdf>
- IDEAM. (2014). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. (2014). *Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia*. Obtenido de IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO ANUAL: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- Moreno Rodríguez, M. L., & Montero Torres, J. J. (2016). *Evaluación de Variables Climáticas para Cuantificar el Recurso Hídrico Disponible en la Cuenca*

Media del Río Ranchería. Obtenido de Universidad de La Salle:
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18666/40101701_2016.pdf?sequence=1

Ortiz, m., & Jiménez, V. (2016). *Análisis de Convivencia para la Implementación de un Sistema Solar Fotovoltaico en el Edificio del ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3902>

PNUD - UNGRD. (2012). *Plan Departamental de la Gestión del Riesgo LA GUAJIRA*. Bogotá: Panamericana.

Portabella, C. I. (septiembre de 2010). *Proceso de creación de una planta solar fotovoltaica conectada en red*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/10756/PFC%20Ixtebe%20Portabella%2020100830.pdf>

Valdiviezo S., P. D. (junio de 2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A 15 COMPUTADORAS PORTÁTILES EN LA PUCP*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5447>

Vicente, A., Martin, N., James, D., Moira Birss, S., Lefebvre, S., & Bauer, B. (Noviembre de 2011). *Minería en Colombia - PBI Colombia . boletín informativo no 18*. Obtenido de Colombia: https://www.peacebrigades.org/fileadmin/user_files/projects/colombia/files/colomPBIa/111122_boletin_final_web.pdf

ANEXOS



1. Entrada principal del hospital



2. Vista exterior de los bloques del área administrativa y financiera



3. Una de las oficinas del bloque administrativo