

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA CON
CAPACIDAD DE HASTA 5MW DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE
PANELES SOLARES EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.**

**Luz Mery Bolívar Rincón
Héctor Díaz Jiménez
Carlos Andrés Perdomo Castro**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE
PROYECTOS
BOGOTÁ, 2018**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA CON
CAPACIDAD DE HASTA 5MW DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE
PANELES SOLARES EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.**

**Luz Mery Bolívar Rincón
Héctor Díaz Jiménez
Carlos Andrés Perdomo Castro**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO
GUSTAVO ANDRÉS GARCÍA BERMÚDEZ**

**TRABAJO DE GRADO DEL PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN
DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE
PROYECTOS
BOGOTÁ, 2018**

NOTA DE ACEPTACION

El trabajo de grado “estudio de prefactibilidad para el montaje de una Planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila”. Presentado para optar al título de Especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, cumple todos los requisitos y recibe nota aprobatoria.

Ing. Gustavo Andrés García
Director de trabajo de Grado

AGRADECIMIENTOS

Al terminar este gran reto academino, quiero agradecer a Dios, a mi familia, a mi padres, a mi hijo y a mi hermano con condición especial, quienes han estado conmigo apoyándome y entendiendo la dedicación que esto requiere, a nuestro Director de trabajo de grado al Ing Gustavo Garcia y al Ing. Jose Luis Lopez, por su guía y oportuno consejo, en especial a todos quienes estuvieron en el proceso de realizar tan dedicado trabajo de grado.

LUZ MERY BOLIVAR RINCON

Agradezco a Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida, a mi esposa y mis dos hijos por su apoyo y comprensión incondicional, a mis compañeros por su esfuerzo, comprensión y dedicación, al Ingeniero Gustavo García Bermúdez, por su dirección y asesoría, al Ingeniero José Luis López como nuestro segundo evaluador por su asesoría y concejos oportunos y a todas las personas que directa e indirectamente hicieron posible la realización de este valioso trabajo de grado.

HECTOR DIAZ JIMENEZ

Quiero dejar en esta tesis mis más sinceros agradecimientos a Dios por permitirme haber alcanzado otro logro de los tantos que me a permito alcanzar, a mi familia en especial a mis dos hijas Katherinne y Xiomara, a mis hermanas Idaly, Inés, Ernestina a mi amor Paola esposa mía y demás familiares a todos ellos mil gracias por su comprensión, por su amor y apoyo en los momentos difíciles.

CARLOS ANDRES PERDOMO CASTRO

CONTENIDO

GLOSARIO	14
RESUMEN EJECUTIVO.....	19
INTRODUCCION	20
1. PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO	21
1.1 Identificación.....	21
1.1.1 Nombre.....	21
1.1.2 Código o alias.....	21
1.2 Propósito del Proyecto.....	21
1.3 Objetivos gerenciales para el proyecto.....	21
1.4 Actas de Constitución (Project Charter).....	22
1.4.1. Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter).	22
1.4.2.Project Charter Trabajo de grado	23
1.5 Análisis de las partes interesadas (stakeholders)	24
1.5.1 Identificación Stakeholder	24
1.5.2 Registro de Stakeholders	29
1.5.3 Evaluación de reacción de stakeholders	36
1.5.4 Evaluación de Stakeholders	37
1.5.5 Priorización de Stakeholders.....	39
1.5.6 Plan de Stakeholders	41
1.6 Requerimientos Priorizados.....	45
1.7 Entregables del Proyecto o Producto(s): Bien(es) y servicio(s) o Subproductos 54	
1.7.1. Producto	54
1.7.2 Subproductos	54
1.8 Procesos de producción de los productos del proyecto (4 Ps)	54
1.9 Interacciones del Proyecto con su entorno:.....	55
1.9.1 Análisis PESTA	55
1.9.1.1 Entorno Político	55
1.9.1.2 Entorno Económico	56
1.9.1.3 Entorno Social	57
1.9.1.4 Entorno Tecnológico.....	58

2. IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO IAEP....	60
2.1. Revisión de las estrategias globales, nacionales, regionales, locales y sectoriales, que puedan afectar el Proyecto.	60
2.2 Análisis de las estrategias globales, nacionales, regionales, locales o sectoriales.....	60
2.3 Planteamiento del Proyecto	61
2.3.1 Nombre del proyecto	61
2.3.2 Propósito de Proyecto	61
2.3.3 Antecedentes de Proyecto	61
2.4 Alineación Estratégica del Proyecto.....	65
2.4.1 Análisis de competitividad	67
2.4.2 Implicaciones de los resultados de la IAEP para el Proyecto.....	67
2.4.3 Estrategias DOFA	68
3.FORMULACIÓN DE PROYECTO	70
3.1 Estudio de mercado	70
3.1.1. Hallazgos	70
3.1.1.1. Análisis de oferta y demanda	70
3.1.1.2 Análisis de competitividad.....	79
3.1.1.3 Estrategias de comercialización actual	81
3.1.2 Alternativas analizadas	83
3.1.3 Recomendaciones	84
3.1.3.1 Análisis de oferta y demanda.....	84
3.1.3.2 Análisis de competitividad.....	84
3.1.3.3 Estrategias de comercialización actual	84
3.1.4 Costos y beneficios	85
3.1.4.1 Costo de instalación por fuente energética	85
3.1.4.2 Costo instalación sistema solar en Aipe, Huila	86
3.1.4.3 Precio venta energía	86
3.1.4.4 Precios y transacciones de acuerdo con XM	86
3.1.4.5 Beneficios.....	88
3.1.5 Conclusiones.....	88
3.2 ESTUDIO TÉCNICO	89

3.2.1 Hallazgos	89
3.2.1.1 Ingeniería y tecnología	89
3.2.1.2 Localización.....	100
3.2.2 Alternativas analizadas	102
3.2.2.1 Ingeniería y tecnología.....	102
3.2.2.2 Requerimientos del personal.....	108
3.2.2.3 Proceso Para la instalación del sistema fotovoltaico conectado a red se debe seguir el siguiente proceso:.....	108
3.2.2.4 Diagrama de flujo	109
3.2.2.5 Tamaño	110
3.2.2.6 Localización	117
3.2.2.7 Requerimientos obras físicas	119
3.2.3 Conclusiones	119
3.2.4 Recomendaciones Ya que el área requerida para la instalación no alcanza en el predio evaluado, se recomienda buscar un lote vecino para extender el terreno y poder llevar a cabo el proyecto.....	120
3.2.5 Costos y beneficios	121
3.2.5.1 Costos	121
3.2.5.2 Beneficios.....	122
3.3 ESTUDIO AMBIENTAL.....	123
3.3.1 Hallazgos	123
3.3.1.1 Actividades de operación y ejecución del Proyecto.....	123
3.3.1.2 Identificación de aspectos e impactos ambientales.....	124
3.3.1.3 Aspectos e Impactos del proyecto.....	125
3.3.1.4 Identificación, cuantificación y calificación de impactos ambientales.....	125
3.3.1.5 Identificación, cuantificación y calificación de impactos ambientales ...	128
3.3.2 Alternativas Analizadas	137
3.3.3 Costos y beneficios.....	142
3.3.3.1 Costos	142
3.3.3.2 Beneficios.....	142
3.3.4. Conclusiones	142
3.3.5 Recomendaciones	144
3.4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	145

3.4.1 Hallazgos.	145
3.4.2 Tipos de contratos.	145
3.4.2.1 Contratos a término fijo.	145
3.4.2.2 Contratos a vencimiento igual o superior a un año.	145
3.4.2.3 Contratos a vencimiento inferior a un año.	145
3.4.2.4 Contrato a Término Indefinido (Art. 47 del Código Sustantivo de Trabajo)	146
3.4.2.5 Contrato de Obra o labor (Art. 45 del Código Sustantivo de Trabajo) ..	146
3.4.2.6. Contrato de aprendizaje (Art. 30 de la Ley 789 de 2002)	146
3.4.2.7 Contrato temporal, ocasional o accidental (Art. 6 del Código Sustantivo de Trabajo)	146
3.4.2.8. Contrato civil por prestación de servicios	147
3.4.3 Prestaciones sociales.	147
3.4.3.1 Prima de servicios.	147
3.4.3.2. Auxilio de Transporte.....	147
3.4.3.3 Cesantías	148
3.4.3.4 Intereses a cesantías	148
3.4.3.5 Vacaciones.....	148
3.4.3.6 Aporte a Pensión.....	148
3.4.3.7 Aportes al régimen contributivo de salud.....	148
3.4.3.8 Dotación.	148
3.4.3.9 Aportes parafiscales	148
3.4.3.10 Salario base para los aportes parafiscales.....	149
3.4.3.11 Base sobre la cual se calcula los aportes parafiscales.....	149
3.4.3.12 Escala salarial.	150
3.4.5 Definición de las personas jurídicas de derecho privado y tipos.....	151
3.4.6 Gestión de recursos	151
3.4.7 Constitución de la organización	152
3.4.7.2 Registro ante la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales)	154
3.4.8 Análisis estructura organizacional.....	154
3.4.8.1 Definición de las personas jurídicas de derecho privado y tipos	154
3.4.9 Plan estratégico	154
3.4.9.1 Misión.....	154
3.4.9.2 Visión.....	154
3.4.9.3 Objetivos estratégicos	154
3.4.9.4 Valores	155
3.4.9.5 Requerimientos y disponibilidad de personal administrativo	155
3.4.9.6 Actividades	155

3.4.9.7 Requerimientos recurso humano	156
3.4.9.8 profesionales y Funciones.....	156
3.4.9.9 Proceso de reclutamiento.....	163
3.4.9.10 Requerimientos de Obras Físicas, mobiliario, equipos y suministro ..	164
3.4.9.11. Requerimientos físicos:	164
3.4.9.12 Costos y beneficios.	165
3.4.9.13 Conclusiones.....	166
3.4.9.14 Recomendaciones.....	166
3.5 ESTUDIO DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSION Y FINANCIAMIENTO.	167
3.5.1 Hallazgos	167
3.5.1.1 Mercado No Regulado.....	167
3.5.1.2 Costo de energía en mercado no regulado en contrato de energía indexado con el IPP	167
3.5.2. Alternativas analizadas.	168
3.5.2.1 Generación y comercialización.....	168
3.5.2.2 Supuestos Básicos utilizados.	169
3.5.3 Costos y beneficios: consolidación, clasificación y cuantificación de costos y beneficios asociados al proyecto.	171
3.5.3.1 Identificación y Alineación Estratégica del Proyecto IAEP	171
3.5.3.3. Estudio Técnico	172
3.5.3.4 Estudio Ambiental.....	172
3.5.3.5 Clasificación de Costos	173
3.5.3.6 Beneficios.....	174
3.5.5.7. Flujo de Caja	175
3.5.7 Fuentes de Financiación	177
3.5.7.1 Banco Interamericano de Desarrollo (BID).....	177
3.5.7.2 Findeter	177
3.5.7.3 Corporación Financiera Internacional.....	178
3.5.7.4 Tipos de Crédito	178
3.5.8 Construcción de estados financieros	178
3.5.8.1 Estado de situación Financiera	178
Tabla 77 Estado de la Situacion Financiera	179
3.5.8.2 Estado de Resultados Integral	180
3.5.8.3 Flujo de Efectivo	181
3.5.9 Conclusiones	182
3.5.10 Recomendaciones	182

4. EVALUACIÓN FINANCIERA	184
4.1 Evaluacion Financiera.....	184
4.1.1 Hallazgos	184
4.1.1.1 Cálculo de los indicadores de rentabilidad	184
4.1.1.2 Calculo de la WACC.....	185
4.1.1.3 Cálculo de la TIR, VPN y C/B	185
4.1.2 Marco de referencia o Definición de Alcance, bases y antecedentes.	187
4.1.3 Estimación del CAPEX.....	187
4.1.4 Componentes generales del sistema de generación fotovoltaico.....	187
4.1.5. Definición de supuestos, criterios y parámetros.	187
4.1.6 Flujo de caja financiero o Revisión del flujo de caja del proyecto y sus proyecciones.	187
4.1.7 Estimación de parámetros de evaluación y aplicación de los criterios correspondientes.....	189
4.1.8 Análisis de riesgo e incertidumbre.....	189
4.1.8.1 Riesgos e impactos en los proyectos de autogeneración solar fotovoltaica	189
4.1.8.2 Analisis de Sensibilidad.....	192
4.1.8.3 Variación en el volumen de ventas.....	192
4.1.2 Conclusiones.....	193
4.1.3 recomendaciones	193
 BIBLIOGRAFIA	 195

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Identificación de Stakeholder	24
Tabla 2 Registro Stakeholders.....	29
Tabla 3.Variables de clasificación de stakeholders	33
Tabla 4.Clasificación de stakeholders.....	33
Tabla 5. Evaluación de Stakeholders.....	37
Tabla 6. Priorización de Stakeholders.....	39
Tabla 7 Matriz Poder + Interés. Cuadrante priorizado.....	40
Tabla 8 Plan de Stakeholders	41
Tabla 9. Requerimientos de Proyecto	45
Tabla 10. Requerimientos del Producto	50
Tabla 11 Proceso de la Prefactibilidad para el montaje de la planta de energía solar.	54
Tabla 12 Analisis DOFA.....	69
Tabla 13. Fuentes para la generación eléctrica	70
Tabla 14. Generación eléctrica de acuerdo con su fuente- febrero 2018	71
Tabla 15. No. de proyectos con tecnología solar por departamento de rango de potencia 1-10MW	77
Tabla 16. Rango de potencia de proyectos registrados en el Huila.....	78
Tabla 17. Descripción de las 4p's.....	81
Tabla 18. No. de muestras para la obtención de costos de la instalación de sistemas energéticos	85
Tabla 19. Casos de éxito	89
Tabla 20. Posición del sol en Aipe	100
Tabla 21. Horas promedio sol Aipe.....	101
Tabla 22. Ventajas y desventajas de módulos monocristalinos y policristalinos.....	102
Tabla 23. Comparación de módulos fotovoltaicos de empresas diferentes con potencia (W) similar.....	102
Tabla 24. Parámetros de calificación para selección del módulo fv	104
Tabla 25. Calificación de paneles fotovoltaicos para seleccionar.....	105
Tabla 26. Característica inversores	107
Tabla 27. Requerimientos del personal.....	108
Tabla 28. Diagrama de flujo.....	109
Tabla 29. Notaciones de fórmulas	110
Tabla 30. Coordenadas área de influencia	117
Tabla 31. Coordenadas subestación de Aipe.....	118
Tabla 32. Ficha de resumen	120
Tabla 33. Costo del proyecto fotovoltaico 5MW en Aipe, Huila	121
Tabla 34 Actividades del montaje de la Planta.....	123
Tabla 35 Actividades de la Ejecución.....	124
Tabla 36 Aspectos e Impactos del proyecto.....	125
Tabla 37 Impactos Identificados en la etapa de Montaje de la Planta	125
Tabla 38 Impactos Identificados en la etapa de ejecución de la Planta:.....	127
Tabla 39 Clasificación Impactos ambientales	128
Tabla 40 Tipo vulnerabilidad.....	129
Tabla 41 Cuantificar los impactos del proyecto en la etapa del Montaje,	130
Tabla 42 Marco Normativo Ambiental.....	132
Tabla 43 Norma Suelo, Espacio Público y Residuos	133

Tabla 44 Norma Permiso Ambiental	134
Tabla 45 Plan de manejo Ambiental Transporte de Maquinaria, Equipos y Materiales ..	137
Tabla 46 Construcción de Vías de Acceso.....	137
Tabla 47 Plan de Manejo Limpieza y adecuación del terreno	138
Tabla 48 Plan de Manejo y Disposición de Residuos de Construcción	139
Tabla 49 Plan de Manejo Ambiental: Manejo y disposición de paneles	141
Tabla 50 Valor Licencias Ambientales	142
Tabla 51 Base para liquidación de prestaciones sociales	149
Tabla 53 Histograma gestión de recursos.....	151
Tabla 54 Tabla de costos de Constitución empresa.....	153
Tabla 55 Clasificación estratégica de personal	155
Tabla 56 Recurso humano.....	156
Tabla 57 Perfil y funciones.....	157
Tabla 58 Requerimientos tecnológico	164
Tabla 59 Requerimientos físicos.....	164
Tabla 60 Costos recurso humanos requeridos.....	165
Tabla 61 IPP Índice de Precios de Productor.....	167
Tabla 62 Valor de KM/H en Escasez	168
Tabla 63 Escasez de Energía 2015 - 2018	169
Tabla 64 Preció de energía en la Bolsa	169
Tabla 65 Estimación IPC, TRM y DTF	170
Tabla 66 Parámetro del Proyecto	170
Tabla 67 costo IAEP	171
Tabla 68 Estudio de Mercado	171
Tabla 69 Cost de proyecto Fotovoltaico %MW en Aipe, Huila	172
Tabla 70 Costo Estudio Ambiental	172
Tabla 71 Clasificación de Costos.....	173
Tabla 72 Beneficios por desarrollo del proyecto.....	174
Tabla 73 Inversión Proyecto	175
Tabla 74 Flujo de Caja Operación	176
Tabla 75 Estrategia de Financiación Climático	177
Tabla 76 Tipos de Crédito.....	178
Tabla 77 Estado de la Situación Financiera	179
Tabla 78 Estado de Resultados integral	180
Tabla 79 Flujo de Efectivo	181
Tabla 80 Alternativas seleccionadas.....	184
Tabla 81 Flujo de Caja del proyecto.....	186
Tabla 82 Flujo de caja financiero o Revisión del flujo de caja del proyecto y sus proyecciones.....	188
Tabla 83 criterios de Aceptación.....	189
Tabla 84 Analisis de Riegos Mercado Energia mayorista - MEM	189
Tabla 85 Mercado No regulado.....	192
Tabla 86 Mercado Regulado.....	192

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Precio de bolsa- Precio promedio de bolsa – Precio de escasez	57
Ilustración 2 Estrategia Nacional Energética	60
Ilustración 3 Crecimiento Energético 2025	60
Ilustración 4 Alineación del proyecto al entorno.....	67
Ilustración 5. Participación tipo de recurso natural.....	72
Ilustración 6. Participación fuente de energía renovable	72
Ilustración 7. Mapa de radiación solar del mundo.....	73
Ilustración 8. Radiación solar en el departamento del Huila	74
Ilustración 9. Planta de energía solar en Neiva.....	75
Ilustración 10. Número total de proyectos según tecnología	76
Ilustración 11. Número de proyectos vigentes según tecnología	76
Ilustración 12. Proyectos vigentes por rango de potencia 1-10MW	76
Ilustración 13. Distribución tecnológica por departamento.....	77
Ilustración 14. Demanda de energía del SIN marzo 2018	78
Ilustración 15. Demanda de energía por operadores de red y región marzo 2018	79
Ilustración 16. Costos de instalación por fuente energética	85
Ilustración 17. Precios de oferta categorías de combustible	86
Ilustración 18. Volatilidad diaria móvil del precio de bolsa promedio ponderado por demanda.....	87
Ilustración 19. Precio de escasez y precio máximo de bolsa (\$/kWh)	87
Ilustración 20. Generación energía solar conectada a red.....	91
Ilustración 21. Células esféricas	92
Ilustración 22. Células monocristalinas.....	92
Ilustración 23. Celdas amorfas.....	93
<i>Ilustración 24. Tipos de soporte</i>	94
Ilustración 25. Inversor centralizado	96
Ilustración 26. Inversor de cadena	96
Ilustración 27. Inversor multicadena	97
Ilustración 28. Tubería metálica	98
Ilustración 29. Terminales MC4	99
Ilustración 30 Luz solar en Colombia	101
Ilustración 31. Posición módulo fotovoltaico	106
Ilustración 32. Diagrama de sombras	111
Ilustración 33. Diagrama de distribución de los módulos	115
Ilustración 34. Diagrama UNIFILAR.....	116
Ilustración 35. Ubicación lote El Milagro	117
Ilustración 36. Predio "El Milagro"	118
Ilustración 37. Ubicación subestación Aipe.....	119
Ilustración 38 Estructura organizacional en la operación del proyecto	150

GLOSARIO

ACUMULADOR: Elemento de instalación capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándola en energía química. Se compone de diversas baterías conectadas entre sí en serie o en paralelo.

AMPERIO-HORA: Unidad usada para especificar la capacidad de una batería.

BALANCE OF SYSTEM (BOS): Representa el resto de componentes del sistema, añadidos a los módulos fotovoltaicos.

BATERÍAS: Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

DIODO DE BLOQUEO: Diodo que impide que se invierta la corriente en un circuito. Normalmente es usado para evitar la descarga de la batería.

CAJA DE CONEXIONES: Elemento donde las series de módulos fotovoltaicos son conectados eléctricamente, y donde puede colocarse el dispositivo de protección, si es necesario.

CÉLULA FOTOVOLTAICA: Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.

CENTRAL FOTOVOLTAICA: Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.

CONCENTRADOR: Dispositivo que mediante distintos sistemas, concentra la radiación solar sobre las células fotovoltaicas.

CONVERTIDOR CONTINUA - CONTINUA: elemento de la instalación encargado de adecuar la tensión que suministra el generador fotovoltaico a la tensión que requieran los equipos para su funcionamiento.

INTEGRACIÓN EN EDIFICIOS (BIPV): Término que se refiere al diseño e integración fotovoltaica en el desarrollo de edificios, normalmente reemplazando los materiales que convencionalmente se emplean en los edificios.

EFFECTO FOTOVOLTAICO: Conversión directa de la energía luminosa en energía eléctrica.

EFICIENCIA: En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.

ELECTROLITO: En el caso de las baterías empleadas en sistemas fotovoltaicos, es una solución diluida de ácido sulfúrico en la que se verifican los distintos procesos que permiten la carga y descarga de la batería.

FOTÓN: Cada una de las partículas que componen la luz.

FOTOVOLTAICO (FV): Relativo a la generación de fuerza electromotriz por la acción de la luz.

GENERADOR: Conjunto de todos los elementos que componen una instalación fotovoltaica, necesarios para suministrar energía a las distintas aplicaciones. Transforma la energía del Sol en energía eléctrica y carga las baterías.

INCLINACIÓN: Ángulo que forma el panel fotovoltaico con una superficie perfectamente horizontal o a nivel.

KILOVATIO (KW): Unidad de potencia equivalente a 1000 vatios.

MÓDULO O PANEL FOTOVOLTAICO: Es el conjunto formado por las distintas células fotovoltaicas interconectadas, encapsuladas y protegidas por un vidrio en su cara anterior y por un marco por los laterales. El módulo está provisto de terminales para su conexión a la instalación.

NOMINAL OPERATING CELL TEMPERATURE (NOCT): Temperatura a la que trabaja una célula en un módulo bajo las Condiciones de Operación Estándar, que es de 20° Centígrados de temperatura ambiente, irradiación de 0.8 kW/m² y velocidad media del viento de 1 m/s, con el viento orientado en paralelo al plano de la estructura y todos los lados de la estructura totalmente expuestos al viento.

ORIENTACIÓN: Ángulo de orientación respecto al Sur Solar de la superficie de un panel. El Sur geográfico (o real) no debe confundirse con el magnético, que es el que señala la brújula, aunque en el caso de España la diferencia no suponga grandes desviaciones.

PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA DE UN PANEL: Potencia que suministra un panel fotovoltaico cuando el producto de la tensión por la intensidad es máximo.

RADIACIÓN SOLAR: Cantidad de energía procedente del sol que se recibe en una superficie y tiempo determinados.

RENDIMIENTO: Es la relación que existe entre la energía que realmente transforma en energía útil y la que requiere un determinado equipo para su funcionamiento.

SISTEMA AISLADO O REMOTO: Sistema fotovoltaico autónomo, no conectado a red. Estos sistemas requieren baterías u otras formas de acumulación. Suelen utilizarse

ARISTA: Línea que resulta de la intersección de dos planos, considerada por su parte exterior. (RAE, s.f.)

AZIMUT: Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo. (RAE, s.f.)

BIODEGRADABLE Producto o sustancia que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos, como el sol, el agua, las bacterias, las planta o los animales.

BREAKER: Protegen los circuitos contra cortos y sobre cargas, se conectan en serie con el circuito. (SE, s.f.)

CAMBIO CLIMÁTICO: Modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables.

DIÓXIDO DE CARBONO: gas Inodoro e incoloro que se desprende en la respiración, en las combustiones y en algunas fermentaciones.

ENERGÍA NO RENOVABLE Fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o extracción viable. (Rincón educativo energía y medio ambiente, s.f.)

ENERGÍA RENOVABLE Energía cuyas fuentes se presentan en la naturaleza de modo continuo y prácticamente inagotable, p. ej., la hidráulica, la solar o la eólica. (RAE, s.f.)

ENERGÍA SOLAR Obtenida a partir de la radiación del Sol y utilizada para usos térmicos mediante colectores o para generar electricidad con paneles fotovoltaicos. (RAE, s.f.)

HUELLA DE CARBONO La huella de carbono es un indicador que mide el impacto sobre el calentamiento global

IMPACTO AMBIENTAL Efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente, es la alteración de la línea base ambiental.

INNOVACIÓN Cambio que introduce alguna novedad o varias en un ámbito, un contexto o producto.

INVERSOR FOTOVOLTAICO Aparato encargado de convertir la corriente continua generada por la instalación, en corriente alterna (c.a.). (Área tecnología, s.f.)

IRRADIANCIA: Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética.

MITIGAR: Disminuir la intensidad, la gravedad o la importancia de algo, atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento.

MÓDULO FOTOVOLTAICO:Estructura de aluminio formada por células solares compuestas de silicio, en las cuales mediante el efecto fotovoltaico, se convierte la radiación recibida del sol en energía eléctrica. (Damia solar, s.f.)

NORMATIVIDAD AMBIENTAL: Normas cuyo objetivo es asegurar la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, e imponen una obligación o exigencia.

PANEL SOLAR: Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento.

POTENCIA NOMINAL: Potencia máxima que demanda un receptor en condiciones normales de uso. (Glosario.net, s.f.)

POTENCIA PICO Potencia suministrada por el módulo en condiciones estándar. (RES & RUE Dissemination, s.f.)

RADIACIÓN SOLAR: Energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. (IDEAM, s.f.)

RESIDUOS SÓLIDOS: Desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo; todo aquel material que luego de haber cumplido su función o de haber servido para una actividad o tarea determinada, es descartado.

SEGUIDOR: Dispositivo mecánico capaz de orientar los paneles solares de forma que éstos permanezcan aproximadamente perpendiculares a los rayos solares. (Energizar, s.f.)

SISTEMA FOTOVOLTAICO: Conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica. (Quiminet.com, s.f.)

SPONSOR: Es la persona u organización más interesada en que el proyecto se realice.

STAKEHOLDERS: Según el PMBOK, son todas aquellas personas y organizaciones que se encuentran involucradas en el proyecto y que de acuerdo a sus intereses pueden afectar de manera positiva o negativa el resultado del proyecto.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Instalación que forma parte de un sistema eléctrico de potencia. Su principal función es la producción, conversión, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica. (Twenergy, s.f.)

TECNOLOGÍAS limpias Término para designar las tecnologías que no contaminan y que utilizan los recursos naturales renovables y no renovables en forma racional. Es la tecnología que al ser aplicada no produce efectos secundarios o transformaciones al equilibrio ambiental o a los sistemas naturales (ecosistemas).

TERMINALES MC4: Herramienta está especialmente diseñada para utilizarla en sistemas fotovoltaicos, permite prensar el terminal de conectores MC4 para unirlo firmemente al cable con mínimo esfuerzo manual y alta precisión. (Aqitosolar, s.f.)

TIR Tasa interna de retorno.

TRANSFORMADORES Máquina electromagnética que se usa para aumentar o disminuir una fuerza electromotriz (Potencial, tensión eléctrica o voltaje); también se puede usar para aislar eléctricamente un circuito. (Ecured, s.f.)

VPN Valor presente neto.

RESUMEN EJECUTIVO

Mediante la metodología de PMI sexta edición, se desarrollo el Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta solar en el municipio de Aipe, Huila. Estudio que tendrá las diferentes etapas de IAEP, formulación y evaluación.

La energía renovable producida por efectos de radiación solar es una fuerte inagotable de energía. En Colombia al promover la implementación de fuentes no convencionales de energía, mediante la ley 1715 de 2014, hace que se busque nueva fuentes de energía que alimenten la matriz energética del país, siendo los paneles solares es una alternativa para captar y generar energía que se conecte al SIN - Sistema de Interconectado Nacional.

El estudio de mercado trae consigo las diversas fuente de energía, los precios actuales y los actores en el MEM – Mercado Energetico Mayorista. En el que se encuentra que la generación desde 1MW a 10 MW, al pertenecer al mercado no regulado tendría un costo por kw/h promedio de 70 a 120 pesos, esto depende de los movimientos en bolsa y la regulación de XM.

El estudio técnico considera que la ubicación del proyecto en Aipe, Huila es una zona privilegiada para la captación de energía y su mayor recepción. La infraestructura para dichos proyectos es reducida y los elementos para el montaje serán paneles e inversores.

El estudio ambiental de este tipo de energía es Moderado, haciendo viable ambientalmente su implementación. Los costos de la licencia ambiental se calcula de acuerdo al valor total de su estudio técnico.

Los estudios de Financiacion reflejan las diversas fuentes de financiación, en los que en el momento Findeter con la intermediacion de otras entidades Bancarias, entrega créditos de hasta 20 años con hasta tres años de gracia, brindando liquidez a los proyectos.

La evaluación financiera dio como resultado una TIR del -3.5%, VPN de -5.349, dando negativo y mostrando que económicamente en el momento no es viable. Se considera que la falta de regulación de precios, la tecnología de recepción de tan solo 6 horas, limita el ingreso total por la generación de este tipo de energía.

INTRODUCCION

La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, en el Programa de Especialización en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos establece como requisito para obtener el Título de Especialista la elaboración de un Trabajo de Grado, que permita poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el plan de estudios propuesto por la Universidad.

Mediante el presente trabajo de grado, se desarrolla el “Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de energía solar de hasta 5 MW en el municipio de Aipe, Huila”. El presente documento, proporciona información de los aspectos más relevantes en cuanto la alineación estratégica, formulación y evaluación del Proyecto, mediante el desarrollo de los estudios de mercados, técnicos, ambientales, administrativos, financieros y de financiación; también un resumen del respectivo Plan de Gerencia.

Trabajo de Grado, como el Proyecto, se articulan con los planes de gerencia desarrollados de acuerdo con 9 de las 10 áreas de conocimiento del PMBOK 6ª edición, priorizadas por el Equipo de trabajo.

Los planes priorizados, fueron:

- Plan de gestión de Integración
- Plan de gestión de *Stakeholders*
- Plan de gestión de Alcance
- Plan de gestión de Tiempo
- Plan de gestión de Costo
- Plan de gestión de Calidad
- Plan de gestión de Recursos Humanos
- Plan de gestión de Comunicaciones.
- Plan de gestión de riesgo.

1. PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO

1.1 Identificación

1.1.1 Nombre

Montaje de una Planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila.

1.1.2 Código o alias

Energía renovable, una oportunidad.

1.2 Propósito del Proyecto

Contribuir al desarrollo energético del país a través de la implementación de energía limpia y el aprovechamiento de la legislación que estimula el uso de fuentes energéticas no convencionales renovables, mediante el montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el municipio de Aipe, Huila.

1.3 Objetivos gerenciales para el proyecto

- Analizar la viabilidad financiera del montaje de una planta de energía solar por medio de paneles solares en el municipio de Aipe, Huila.
- Promover el uso de energía renovable y la reducción de la huella de carbono en el país.
- Alimentar la matriz energética del país.
- Generar energía eléctrica con fuentes renovables que reduzca el impacto ambiental.
- Fomentar las iniciativas de generación renovable a escala de 5MW de capacidad máxima instalada, que se conecte al Sistema Interconectado Nacional.

1.4 Actas de Constitución (Project Charter)

1.4.1. Acta de Constitución del Proyecto (Project Charter).

PROJECT CHARTER ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	FECHA
	23/03/2018
PROYECTO: MONTAJE DE UNA PLANTA CON CAPACIDAD DE HASTA 5MW DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.	
<p>Este proyecto tiene como proposito contribuir al desarrollo energético y alimentar la matriz energetica del país a través de la implementación de energía limpia y el aprovechamiento de la legislación, que estimula el uso de fuentes energéticas no convencionales renovables, mediante el Montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el municipio de Aipe, Huila.</p>	
<p>El desarrollo del estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta generadora de energía limpia, analiza factores administrativos, ambientales, de mercado y financieros que buscan evaluar la viabilidad del proyecto de producción de energía eléctrica, que se entregará al Sistema Interconectado Nacional a niveles de tensión que exige la normatividad actual en la zona.</p>	
<p>Se analiza el montaje de una planta con capacidad de hasta 5 MW de energía eléctrica en el municipio de Aipe (Huila), aplicando la triple restricción ampliada. En el que se estima que tenga un costo aproximado de \$16.574.000.000, se realizará en un tiempo estimado de 8 meses de ejecución y 15 años de operación, en el que llegará a generar energía eléctrica para unirse al Sistema Interconectado Nacional con los estandares de calidad exigidos.</p>	
<p>En Colombia, con el fin de promover las energías renovables y alimentar la matriz energética del país se emite la Ley 1715 de 2014, que ofrece incentivos tributarios, arancelarios y contables, de financiación, para aprovechar el enorme potencial geográfico y de recursos naturales. Dicha ley incentiva al desarrollo de estos proyectos.</p>	
<p>Según el análisis, los stakeholders asociados al proyecto con mayor importancia son entidades como ANLA, Electrificadora del Huila, IRENA, UPME, empresas comercializadoras energéticas, Inversionistas privados, SIN, CREG, Gobierno Nacional, Ministerio de Minas y Energía y Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el Sponsor.</p>	
<p>Los hitos del proyecto son la Idea, IAEP, formulación, evaluación y cierre con el libro de gerencia, que serán entregados de acuerdo con el cronograma propuesto.</p>	
<p>Se nombra como gerente del proyecto a la administradora financiera Luz Mery Bolívar Rincón, a quien se le otorga la autoridad para tomar decisiones, liderar el cumplimiento de la triple restricción ampliada, controlar los cambios necesarios y mantener la integridad del proyecto.</p>	
<p>Por las razones anteriormente mencionadas, el Ingeniero Gustavo Andrés García Bermúdez en su calidad de sponsor, autoriza iniciar el proyecto correspondiente al estudio de prefactibilidad.</p>	
<hr/> Ingeniero Gustavo García Director de trabajo de Grado Sponsor	 <hr/> Luz Mery Bolívar Rincon Gerente Proyecto

1.4.2. Project Charter Trabajo de grado

PROJECT CHARTER ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	FECHA 23/03/2018
<p style="text-align: center;">TRABAJO DE GRADO:</p> <p style="text-align: center;">ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA CON CAPACIDAD DE HASTA 5MW DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.</p> <p>El propósito del trabajo de grado es realizar el estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica, a través de paneles solares en el municipio de Aipe.</p> <p>En Colombia, con el fin de promover las energías renovables y alimentar la matriz energética del país se emite la Ley 1715 de 2014, que ofrece incentivos tributarios, arancelarios y contables, de financiación, para aprovechar el enorme potencial geográfico y de recursos naturales.</p> <p>El proyecto tendrá éxito al cumplir con los requerimientos exigidos por la escuela para obtener el título de Especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, siguiendo la metodología de la guía del PMBOK 6a edición. El proyecto tendrá un costo de \$31.646.400 y un tiempo estimado de ejecución de 26 semanas, antes del 3 de agosto de 2018.</p> <p>Según el análisis, los stakeholders externos de mayor importancia son entidades como ANLA, Electrificadora del Huila, IRENA, UPME, Empresas comercializadoras energéticas, Inversionistas privados, SIN, CREG, Gobierno Nacional, Ministerio de Minas y Energía y Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, e internos son la Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, el sponsor, el director de grado y comité evaluador del proyecto de grado.</p> <p>Los hitos del proyecto son la Idea, IAEP, formulación, evaluación y cierre con el libro de gerencia, que serán entregados de acuerdo con el cronograma propuesto.</p> <p>Se nombra como gerente del proyecto a la administradora financiera Luz Mery Bolívar Rincón, a quien se le otorga la autoridad para tomar decisiones, liderar el cumplimiento de la triple restricción ampliada, controlar los cambios necesarios y mantener la integridad del trabajo de grado.</p> <p>Por las razones anteriormente mencionadas, el Ingeniero Gustavo Andrés García Bermúdez en su calidad de autoriza iniciar el proyecto correspondiente al estudio de prefactibilidad.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"><div data-bbox="228 1465 586 1566"><hr/><p>Ingeniero Gustavo García Director de trabajo de Grado Sponsor</p></div><div data-bbox="971 1346 1289 1535"><hr/><p>Luz Mery Bolívar Rincon Gerente Proyecto</p></div></div>	

1.5 Análisis de las partes interesadas (stakeholders)

1.5.1 Identificación Stakeholder

En el proyecto se identificaron cincuenta y cuatro (54) stakeholders, junto con sus necesidades, expectativas y deseos (ver Tabla 1). Estos fueron evaluados, clasificados y priorizados, de acuerdo con sus intereses, estado actual y participación

Tabla 1 Identificación de Stakeholder

ID	STAKEHOLDERS	DESCRIPCIÓN
S-01	TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito	Entidad que evalúa y aprueba el cumplimiento de los requisitos para acceder al título de Especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos
S-02	TG- Sponsor	Proporcionará recursos y apoyo para el proyecto y será el responsable de facilitar su éxito.
S-03	TG- Director del trabajo de grado	Persona que está involucrada en el proyecto, es una de las personas más interesadas en que el proyecto se realice exitosamente, provee recursos y apoyo para el trabajo de grado
S-04	TG-Segundo evaluador	Persona que brindará apoyo necesario a los postulantes para el correcto desarrollo del trabajo de grado y verificará la culminación del proyecto.
S-05	TG-Gerente de proyecto (Luz Mery Bolívar Rincón)	Profesional encargada de liderar el desarrollo del trabajo de grado.
S-06	TG-Director de comunicaciones (Luz Mery Bolívar Rincón)	Profesional encargado de la concepción, planificación y gestión de cualquier actividad de comunicación que afecte a la imagen pública del proyecto.
S-07	TG-Director de investigación (Carlos Andres Perdomo Castro)	Profesional que gestionará el desarrollo de las investigaciones que conlleve el proyecto.
S-08	TG-Director de planeación (Héctor Díaz Jiménez)	Profesional que lidera el desarrollo de la planeación de actividades, seguimiento, control y entregables del proyecto
S-09	TG-Comité de trabajo de grado	Grupo de trabajo con las competencias necesarias para evaluar el proyecto.

ID	STAKEHOLDERS	DESCRIPCIÓN
S-10	TG-P- Asesores externos en temas energéticos	Profesionales con amplia experiencia en temas energéticos y que garantizan la independencia necesaria y la ausencia de conflictos de interés a la hora de analizar las alternativas estratégicas en el desarrollo del proyecto.
S-11	TG-Personal de seguridad física de la escuela	Equipo humano de la Universidad que vela por la protección, vigilancia y custodia en relación a las personas, edificios y bienes materiales de la misma.
S-12	TG-Equípo técnico audio visual	Área de la Universidad que brinda el apoyo necesario con herramientas computacionales y audiovisuales para el desarrollo del proyecto.
S-13	TG-Cohorte 25	Pares académicos pertenecientes a la especialización que son apoyo moral e intelectual en el desarrollo del proyecto.
S-14	TG-P-ONU	Organización de las Naciones Unidas, organismo constituido para colaborar en Pro de la paz mundial, promover la amistad entre todas las naciones y apoyar el progreso económico y social.
S-15	TG-P-IRENA	International Renewable Energy Agency (Agencia Internacional de energías renovables)
S-16	TG-P-PMI	El Project Management Institute (PMI) es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional.
S-17	TG-P-Gobierno Nacional	El Gobierno Nacional es ejercido por el Presidente de la Republica actuando con los Ministros respectivos. Este se divide en tres poderes independientes: Poder Ejecutivo, Legislativo y Judicial.
S-18	TG-P-Ministerio de Minas y Energía	El Ministerio de Minas y Energía es una de las grandes fuentes de financiación para los programas de inversión social. Los recursos son obtenidos de las regalías del petróleo y de la minería entre otros.
S-19	P- Ministerio del Medio Ambiente	Entidad que promueve, orienta y regula la sustentabilidad ambiental
S-20	TG-P-ANLA	La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país.

ID	STAKEHOLDERS	DESCRIPCIÓN
S-21	TG-P-CREG	La Comisión de Regulación de Energía y Gas es la entidad colombiana encargada de regular los servicios de electricidad y gas, según se establece en la Ley 142 y 143 de 1994.
S-22	TG-P-UPME	La Unidad de Planeación Minero Energética UPME, es una entidad administrativa especial del orden nacional, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, regida por la Ley 143 de 1994 y por el decreto número 255 de enero 28 de 2004
S-23	TG-P-SUPERSEVICIOS Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Es la entidad técnica que ejerce la vigilancia, inspección y control a la prestación de servicios públicos domiciliarios, la protección de los derechos y la promoción de los deberes de los usuarios y prestadores.
S-24	TG-P-IDEAM	Es la institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que produce información confiable y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, y que facilita la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general.
S-25	TG-P-DNP	El Departamento Nacional de Planeación (DNP) es una entidad técnica que diseña, orienta y evaluó las políticas públicas impulsando la implantación de una visión estratégica del país en los campos social, económica y ambiental, y la concreción de las mismas en planes, programas y proyectos del gobierno.
S-26	TG-P-DIAN	Entidad que controla y vigila que el proyecto cumpla con las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias y ejerce como facilitador para las operaciones de comercio internacional.
S-27	TG-P-Cámara de Comercio de Neiva	Es la organización formada por empresarios o dueños de pequeños, medianos o grandes comercios de Neiva y municipios cercanos, que aporta con el fin de elevar la productividad, empleados y competitividad de sus negocios.
S-28	TG-P-Embajada de Alemania	La Embajada es la representación diplomática del gobierno alemán, ante el gobierno colombiano.
S-29	TG-P-Embajada de China	La Embajada es la representación diplomática del gobierno chino, ante el gobierno colombiano

ID	STAKEHOLDERS	DESCRIPCIÓN
S-30	TG-P-Embajada de España	La embajada es la representación diplomática del gobierno español, ante el gobierno colombiano.
S-31	TG-P-SIN	Sistema Interconectado Nacional
S-32	TG-P-Gobernación del Huila	Es una institución colombiana con autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro del territorio del departamento del Huila.
S-33	P-Notarías	Son órganos del estado en los cuales se llevan un conjunto de libros con documentos en los que constan los hechos jurídicos que suceden a lo largo del proyecto.
S-34	TG-P-Oficina de Instrumentos y Registros Públicos	Es un servicio público que consiste en anotar, en un folio de matrícula, los datos más importantes de los actos, contratos o providencias sujetos a registro y de los que dispongan su cancelación, con el fin de que cualquier persona interesada conozca en todo momento el estado jurídico de los bienes inmuebles matriculados.
S-35	TG-P-CAM	Es el ente corporativo de carácter público de la región del Alto Magdalena que ejecuta las políticas, planes y programas en materia ambiental definidos por la ley aprobatoria del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de inversiones o por el Ministerio del Medio Ambiente.
S-36	TG-P-Municipio de Aipe	Lugar dónde se va a desarrollar el proyecto y que de igual manera será afectado positiva y/o negativamente durante el tiempo de intervención que dure la realización del proyecto.
S-37	TG-P-Electrificadora del Huila	Es la empresa que comercializa y distribuye la energía en el departamento del Huila.
S-38	P- Empresas energéticas	Son entidades que distribuyen, transportan y comercializan electricidad.
S-39	P- Competidores	Empresas que realizan negocios que se enfocan a un público objetivo igual que el de la empresa que esta realizando el proyecto.
S-40	TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe	Organización que se encarga de la administración de los intereses del municipio.
S-41	P-Transportador marítimo	Empresa encargada del traslado de todos los equipos y materiales necesarios para el montaje de la planta a través de la corriente marina.
S-42	P-Transportador terrestre	Empresa encargada del traslado de todos los equipos y materiales necesarios para el montaje de la planta en vehículos de carga a través de carreteras nacionales y caminos veredales.

ID	STAKEHOLDERS	DESCRIPCIÓN
S-43	P-Proveedores de paneles solares	Empresas que suministrarán los colectores solares fotovoltaicos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.
S-44	P-Proveedores de equipos y materiales eléctricos para el montaje	Empresas que suministrarán equipos y materiales eléctricos para el montaje y óptimo funcionamiento de la planta.
S-45	P-Proveedores de equipos y materiales mecánicos para el montaje	Empresas que suministran equipos y materiales mecánicos para el montaje de la planta.
S-46	P-Proveedores de equipos y materiales para obra civil	Empresas que suministran equipos y materiales de obra civil para el montaje de la planta.
S-47	P-Proveedores de equipos y materiales electrónicos para montaje	Empresas que suministran equipos y materiales electrónicos para el montaje de la planta.
S-48	TG-P-Propietario del terreno a utilizar	Dueño del terreno donde se planea construir la planta.
S-49	P-Comunidad aledaña a la ubicación del proyecto.	Grupo de individuos que tienen al municipio de Aipe como zona de vivienda en común.
S-50	TG-P-Propietarios de predios vecinos	Dueños de los terrenos que colindan con la zona escogida para el desarrollo del proyecto.
S-51	P-Junta de Acción Comunal de Aipe.	Asociación de la comunidad de Aipe, en la que se integran en su gran mayoría las personas que se verán afectadas por la construcción y desarrollo del proyecto.
S-52	P-Bancos	Entidades seleccionadas por el equipo del proyecto para la realización y apalancamiento en las operaciones financieras con el dinero procedente de accionistas y clientes.
S-53	P-Inversionistas privados	Personas naturales o jurídicas (Instituciones) que invertirán parte de su capital o patrimonio en el proyecto a través de instrumentos financieros.
S-54	P-ONG	Entidades de derecho privado, sin ánimo de lucro que podrían apalancar el proyecto, reinvertiendo sus excedentes en el mismo, debido a su objeto social con claros objetivos de beneficio comunitario y ambiental.

1.5.2 Registro de Stakeholders

Para clasificar los stakeholders del proyecto se utilizó el modelo de poder – interés, que consiste en la agrupación de los stakeholders de acuerdo con su nivel de autoridad (poder), en términos de influencia y control en el proyecto, y su nivel de compromiso (interés), referido a los ámbitos académico, técnico y social.

Tabla 2 Registro Stakeholders

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-10	TG-P- Asesores externos en temas energéticos	Externo	Neutral	3.2	3.5	6.7.	2	MANEJAR DE CERCA
S-14	TG-P-ONU	Externo	Inconsciente	4.4	3.9	8.3	1	MANEJAR DE CERCA
S-15	TG-P-IRENA	Externo	Inconsciente	4.4	3.9	8.3	1	MANEJAR DE CERCA
S-17	TG-P-Gobierno Nal.	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-18	TG-P-Ministerio de Minas y Energía	Externo	Neutral	1.8	3.9	5.7	5	MANTENER INFORMADO
S-19	P- Ministerio del Medio Ambiente	Externo	Neutral	5.0	4.1	9.1	1	MANEJAR DE CERCA
S-20	TG-P-ANLA	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-21	TG-P-CREG	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-22	TG-P-UPME	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1	MANEJAR DE CERCA

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-23	TG-P-SUPERSERVICIOS	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-24	TG-P-IDEAM	Externo	Inconsciente	5.0	2.5	7.5	1	MANEJAR DE CERCA
S-25	TG-P-DNP	Externo	Inconsciente	4.6	2.5	7.1	2	MANEJAR DE CERCA
S-26	TG-P-DIAN	Externo	Líder	5.0	3.4	8.4	1	MANEJAR DE CERCA
S-27	TG-P-Cámara de Comercio de Huila	Externo	Líder	2.6	3.5	6.1	2	MANEJAR DE CERCA
S-28	TG-P-Embajada de Alemania	Externo	Inconsciente	3.0	4.6	7.6	1	MANEJAR DE CERCA
S-29	TG-P-Embajada de China	Externo	Inconsciente	3.0	3.6	6.6	2	MANEJAR DE CERCA
S-30	TG-P-Embajada de España	Externo	Inconsciente	3.0	3.9	6.9	2	MANEJAR DE CERCA
S-31	TG-P-SIN	Externo	Partidario	5.0	4.4	9.4	1	MANEJAR DE CERCA
S-32	TG-P-Gobernación del Huila	Externo	Partidario	5.0	4.0	9.0	1	MANEJAR DE CERCA
S-34	TG-P-Oficina de Instrumentos y Registros Públicos	Externo	Inconsciente	2.0	3.9	5.9	5	MANTENER INFORMADO

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-35	TG-P-CAM	Externo	Neutral	4.6	3.4	8.0	1	MANEJAR DE CERCA
S-36	TG-P-Municipio de Aipe	Externo	Partidario	5.0	4.3	9.3	1	MANEJAR DE CERCA
S-37	TG-P-Electrificadora del Huila	Externo	Opositor	3.0	3.9	6.9	2	MANEJAR DE CERCA
S-38	P- Empresas energéticas	Externo	Partidario	5.0	3.4	8.4	1	MANEJAR DE CERCA
S-39	P- Competidores	Externo	Opositor	4.6	3.9	8.5	1	MANEJAR DE CERCA
S-40	TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe	Externo	Partidario	5.0	3.9	8.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-41	P-Transportador marítimo	Externo	Partidario	4.2	3.5	7.7	1	MANEJAR DE CERCA
S-42	P-Transportador terrestre	Externo	Partidario	4.2	3.5	7.7	1	MANEJAR DE CERCA
S-43	P-Proveedores de paneles solares	Externo	Partidario	4.2	3.8	8.0	1	MANEJAR DE CERCA
S-44	P-Proveedores de equipos y materiales eléctricos para el montaje	Externo	Partidario	4.2	3.6	7.8	1	MANEJAR DE CERCA

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD	ESTRATEGIA GENÉRICA
s-45	P-Proveedores de equipos y materiales mecánicos para el montaje	Externo	Partidario	3.0	3.6	6.6	2	MANEJAR DE CERCA
S-46	P-Proveedores de equipos y materiales para obra civil	Externo	Partidario	3.0	3.6	6.6	2	MANTENER INFORMADO
S-47	P-Proveedores de equipos y materiales electrónicos para montaje	Externo	Partidario	4.2	3.6	7.8	1	MANEJAR DE CERCA
S-48	TG-P-Propietario del terreno a utilizar	Externo	Partidario	4.6	3.5	8.1	1	MANEJAR DE CERCA
S-49	P-Comunidad aledaña a la ubicación del proyecto.	Externo	Partidario	4.2	3.7	7.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-50	TG-P-Propietarios de predios vecinos	Externo	Partidario	4.0	3.9	7.9	1	MANEJAR DE CERCA
S-51	P-Junta de Acción Comunal de Aipe	Externo	Partidario	5.0	2.6	7.6	1	MANEJAR DE CERCA
S-52	P-Inversionistas privados	Externo	Inconsciente	4.5	3.9	8.4	1	MANEJAR DE CERCA

Tabla 3. Variables de clasificación de stakeholders

STAKEHOLDER	PODER		INTERÉS		
	Influencia	Control	Técnico	Económico	Social
	60%	40%	35%	25%	40%

Tabla 4. Clasificación de stakeholders

CLASIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS									
MATRIZ DE PODER / INTERES									
ID	STAKEHOLDER	PODER			INTERÉS				P+I
		Influencia	Control	P	Técnico	Económico	Social	I	
		60%	40%		35%	25%	40%		
S-31	TG-P-SIN	5	5	5.0	5	4	4	4.4	9.4
S-36	TG-P-Municipio de Aipe	5	5	5.0	4	5	4	4.3	9.3
S-32	TG-P-Gobernación del Huila	5	5	5.0	4	4	4	4.0	9.0
S-20	TG-P-ANLA	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-21	TG-P-CREG	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-22	TG-P-UPME	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-23	TG-P-SÚPERSERVICIOS Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-40	TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-53	P-Inversionistas privados	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-39	P- Competidores	5	4	4.6	4	5	3	3.9	8.5

CLASIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS									
MATRIZ DE PODER / INTERES									
ID	STAKEHOLDER	PODER			INTERÉS				P+I
		Influencia	Control	P	Técnico	Económico	Social	I	
		60%	40%		35%	25%	40%		
S-26	TG-P-DIAN	5	5	5.0	5	5	1	3.4	8.4
S-38	P- Empresas energéticas	5	5	5.0	5	5	1	3.4	8.4
S-52	P-Bancos	4.5	4.5	4.5	4	5	3	3.9	8.4
S-48	TG-P-Propietario del terreno a utilizar	5	4	4.6	3	5	3	3.5	8.1
S-17	Gobierno Nacional	5	5	4	5	3	3	9	8.9
S- 43	P-Proveedores de paneles solares	5	3	4.2	5	5	2	3.8	8.0
S-35	TG-P-CAM	5	4	4.6	4	3	3	3.4	8.0
S-49	P-Comunidad aledaña a la ubicación del proyecto.	5	3	4.2	2	4	5	3.7	7.9
S-50	TG-P-Propietarios de predios vecinos	4	4	4.0	4	5	3	3.9	7.9
S-44	P-Proveedores de equipos y materiales eléctricos para el montaje	5	3	4.2	5	4	2	3.6	7.8
S-47	P-Proveedores de equipos y materiales electrónicos para montaje	5	3	4.2	5	4	2	3.6	7.8
S-41	P-Transportador marítimo	5	3	4.2	4	5	2	3.5	7.7

CLASIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS									
MATRIZ DE PODER / INTERES									
ID	STAKEHOLDER	PODER			INTERÉS				P+I
		Influencia	Control	P	Técnico	Económico	Social	I	
		60%	40%		35%	25%	40%		
S-42	P-Transportador terrestre	5	3	4.2	4	5	2	3.5	7.7
S-28	TG-P-Embajada de Alemania	3	3	3.0	5	5	4	4.6	7.6
S-51	P-Junta de Acción Comunal de Aipe	5	5	5.0	1	1	5	2.6	7.6
S-24	TG-P-IDEAM	5	5	5.0	3	1	3	2.5	7.5
S-54	P-ONG	4	3	3.6	3	1	5	3.3	6.9
S-30	TG-P-Embajada de España	3	3	3.0	4	5	3	3.9	6.9
S-37	TG-P-Electrificadora del Huila	3	3	3.0	4	5	3	3.9	6.9
S-04	TG-Segundo evaluador	4	4	4.0	5	1	2	2.8	6.8
S-10	TG-P-Asesores externos en temas energéticos	4	2	3.2	5	2	3	3.5	6.7

1.5.3 Evaluación de reacción de stakeholders

Se evaluaron cómo podrían reaccionar los interesados en diferentes situaciones del proyecto y de esta forma se determinaron las estrategias de manejo de cada uno de ellos.

Las variables que se tuvieron en cuenta para la evaluación de stakeholders son:

Clase:

Interno
Externo

Actitud:

Inconsciente
Opositor
Neutral
Partidario
Líder

Prioridad: De acuerdo con el resultado del modelo de clasificación desarrollado, se asignó a partir del cuadrante en donde se localizó cada stakeholder.

Una vez identificados los *stakeholders*, se realizó una clasificación de éstos, basados en tres pasos primordiales, estos ayudarán a tener un registro detallado de cada uno, de acuerdo a su posición frente al trabajo de grado, estos son:

Primer paso: Seleccionar las partes interesadas que están directamente involucradas en el trabajo de grado, cuyo interés puede afectar o ejercer influencia positiva o negativa en su desarrollo o resultados.

Segundo paso: Clasificar las partes interesadas según su nivel de autoridad, compromiso, influencia y capacidad de imponer cambios que impacten legítimamente el trabajo.

Tercer paso: Evaluar la forma como los *stakeholders*, internos o externos, pueden influir para mitigar los potenciales impactos negativos según su actitud hacia el trabajo de grado.

1.5.4 Evaluación de Stakeholders

Tabla 5. Evaluación de Stakeholders

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD
S-10	TG-P- Asesores externos en temas energéticos	Externo	Neutral	3.2	3.5	6.7	2
S-14	TG-P-ONU	Externo	Inconsciente	4.4	3.9	8.3	1
S-15	TG-P-IRENA	Externo	Inconsciente	4.4	3.9	8.3	1
S-17	TG-P-Gobierno Nacional	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1
S-18	TG-P-Ministerio de Minas y Energía	Externo	Neutral	1.8	3.9	5.7	5
S-19	P- Ministerio del Medio Ambiente	Externo	Neutral	5.0	4.1	9.1	1
S-20	TG-P-ANLA	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1
S-21	TG-P-CREG	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1
S-22	TG-P-UPME	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1
S-23	TG-P-SUPERSERVICIOS Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Externo	Neutral	5.0	3.9	8.9	1
S-24	TG-P-IDEAM	Externo	Inconsciente	5.0	2.5	7.5	1
S-25	TG-P-DNP	Externo	Inconsciente	4.6	2.5	7.1	2
S-26	TG-P-DIAN	Externo	Líder	5.0	3.4	8.4	1
S-27	TG-P-Cámara de Comercio de Huila	Externo	Líder	2.6	3.5	6.1	2
S-28	TG-P-Embajada de Alemania	Externo	Inconsciente	3.0	4.6	7.6	1
S-29	TG-P-Embajada de China	Externo	Inconsciente	3.0	3.6	6.6	2
S-30	TG-P-Embajada de España	Externo	Inconsciente	3.0	3.9	6.9	2
S-31	TG-P-SIN	Externo	Partidario	5.0	4.4	9.4	1
S-32	TG-P-Gobernación del Huila	Externo	Partidario	5.0	4.0	9.0	1

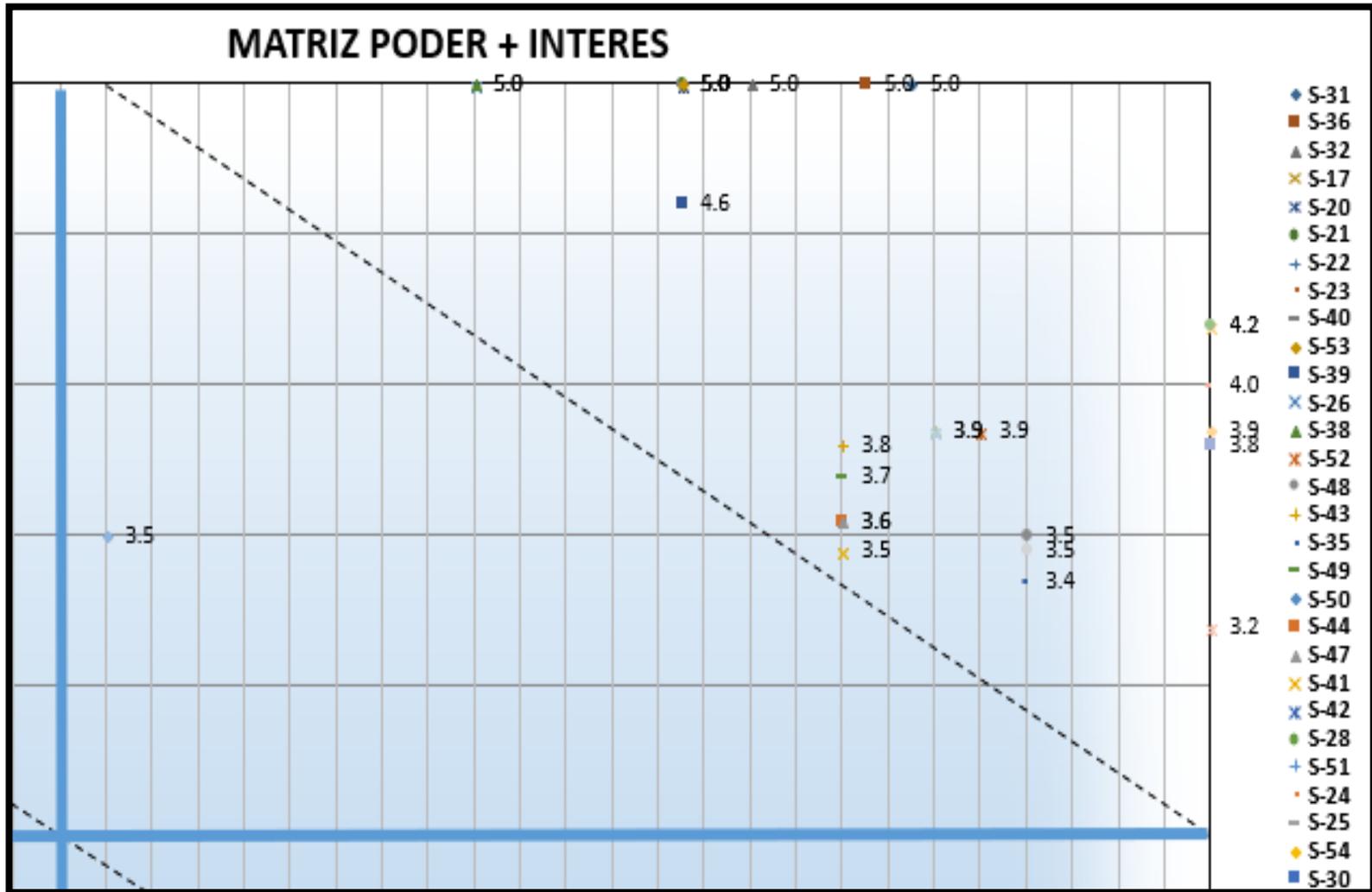
ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	PODER	INTERÉS	P+I	PRIORIDAD
S-34	TG-P-Oficina de Instrumentos y Registros Públicos	Externo	Inconsciente	2.0	3.9	5.9	5
S-35	TG-P-CAM	Externo	Neutral	4.6	3.4	8.0	1
S-36	TG-P-Municipio de Aipe	Externo	Partidario	5.0	4.3	9.3	1
S-37	TG-P-Electrificadora del Huila	Externo	Opositor	3.0	3.9	6.9	2
S-38	P- Empresas energéticas	Externo	Partidario	5.0	3.4	8.4	1
S-39	P- Competidores	Externo	Opositor	4.6	3.9	8.5	1
S-40	TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe	Externo	Partidario	5.0	3.9	8.9	1
S-41	P-Transportador marítimo	Externo	Partidario	4.2	3.5	7.7	1
S-42	P-Transportador terrestre	Externo	Partidario	4.2	3.5	7.7	1
S-43	P-Proveedores de paneles solares	Externo	Partidario	4.2	3.8	8.0	1
S-44	P-Proveedores de equipos y materiales eléctricos para el montaje	Externo	Partidario	4.2	3.6	7.8	1
S-45	P-Proveedores de equipos y materiales mecánicos para el montaje	Externo	Partidario	3.0	3.6	6.6	2
S-46	P-Proveedores de equipos y materiales para obra civil	Externo	Partidario	3.0	3.6	6.6	2
S-47	P-Proveedores de equipos y materiales electrónicos para montaje	Externo	Partidario	4.2	3.6	7.8	1
S-48	TG-P-Propietario del terreno a utilizar	Externo	Partidario	4.6	3.5	8.1	1
S-49	P-Comunidad aledaña a la ubicación del proyecto.	Externo	Partidario	4.2	3.7	7.9	1

1.5.5 Priorización de Stakeholders

Tabla 6. Priorización de Stakeholders

MATRIZ DE PODER / INTERÉS									
ID	STAKEHOLDER	PODER			INTERÉS				P+I
		Influencia	Control	P	Técnico	Económico	Social	I	
		60%	40%		35%	25%	40%		
S-31	TG-P-SIN	5	5	5.0	5	4	4	4.4	9.4
S-36	TG-P-Municipio de Aipe	5	5	5.0	4	5	4	4.3	9.3
S-32	TG-P-Gobernación del Huila	5	5	5.0	4	4	4	4.0	9.0
S-17	TG-P-Gobierno Nacional	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-20	TG-P-ANLA	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-21	TG-P-CREG	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-22	TG-P-UPME	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-23	TG-P-SUPERSERVICIOS Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9
S-40	TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe	5	5	5.0	4	5	3	3.9	8.9

Tabla 7 Matriz Poder + Interés. Cuadrante priorizado



1.5.6 Plan de Stakeholders

Tabla 8 Plan de Stakeholders

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	
			ACTUAL	DESEADA
S-10	Asesores externos en temas energéticos	Externo	Neutral	Líder
S-14	ONU	Externo	Inconsciente	Inconsciente
S-15	IRENA	Externo	Inconsciente	Inconsciente
S-17	Gobierno Nacional	Externo	Neutral	Partidario
S-18	Ministerio de Minas y Energía	Externo	Neutral	Partidario
S-19	Ministerio del Medio Ambiente	Externo	Neutral	Partidario
S-20	ANLA	Externo	Neutral	Partidario
S-21	CREG	Externo	Neutral	Partidario
S-22	UPME	Externo	Neutral	Partidario

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	
			ACTUAL	DESEADA
S-23	SUPERSERVICIOS Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	Externo	Neutral	Partidario
S-24	IDEAM	Externo	Inconsciente	Partidario
S-25	DNP	Externo	Inconsciente	Inconscientes
S-26	DIAN	Externo	Neutral	Inconscientes
S-27	Cámara de Comercio de Huila	Externo	Neutral	Inconscientes
S-28	Embajada de Alemania	Externo	Inconsciente	Partidario
S-29	Embajada de China	Externo	Inconsciente	Partidario
S-30	Embajada de España	Externo	Inconsciente	Partidario
S-31	SIN	Externo	Partidario	Partidario
S-32	Gobernación del Huila	Externo	Inconsciente	Partidario
S-33	Notarías	Externo	Inconsciente	Inconsciente
S-34	Oficina de Instrumentos y Registros Públicos.	Externo	Inconsciente	Inconsciente
S-35	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena.	Externo	Líder	Partidario

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	
			ACTUAL	DESEADA
S-36	Municipio de Aipe	Externo	Partidario	Partidario
S-37	Electrificadora del Huila	Externo	Partidario	Partidario
S-38	Empresas comercializadoras energéticas	Externo	Partidario	Partidario
S-40	Alcaldía Municipal de Aipe	Externo	Partidario	Partidario
S-41	Transportador marítimo	Externo	Neutral	Inconsciente
S-42	Transportador terrestre	Externo	Neutral	Inconsciente
S-43	Proveedores de paneles solares	Externo	Partidario	Partidario
S-44	Proveedores de equipos y materiales eléctricos para el montaje	Externo	Partidario	Partidario
S-45	Proveedores de equipos y materiales mecánicos para el montaje	Externo	Partidario	Partidario
S-46	Proveedores de equipos y materiales para obra civil	Externo	Partidario	Inconsciente

ID	STAKEHOLDER	CLASE	PARTICIPACIÓN	
			ACTUAL	DESEADA
S-47	Proveedores de equipos y materiales electrónicos para montaje	Externo	Partidario	Inconscientes
S-48	Propietario del terreno a utilizar	Externo	Partidario	Partidario
S-49	Comunidad	Externo	Partidario	Partidario
S-50	Propietarios de predios vecinos	Externo	Partidario	Partidario
S-51	Junta de Acción Comunal de Aipe	Externo	Partidario	Partidario
S-52	Bancos	Externo	Neutral	Partidario
S-53	Inversionista privados	Externo	Partidario	Partidario
S-54	ONG	Externo	Partidario	Partidario

1.6 Requerimientos Priorizados

Tabla 9. Requerimientos de Proyecto

REQUERIMIENTO DEL PROYECTO				
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	P+I	STAKEHOLDERS
RP-01	El estudio de prefactibilidad debe reflejar la viabilidad o la inviabilidad de inversión en el proyecto	Project Charter	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.
				4. TG-Segundo evaluador.
				5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-02	Analizar el tipo de estructura organizacional conveniente para la empresa.	Consulta documentos relacionados con el tema	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.
				4. TG-Segundo evaluador.
				5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-03	Analizar el tipo de contacto que favorece a la empresa para la contratación del recurso humano.	Código Sustantivo del Trabajo 2018	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.
				4. TG-Segundo evaluador.

REQUERIMIENTO DEL PROYECTO				
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	P+I	STAKEHOLDERS
				5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-04	Realizar un estudio de factores prestacionales en relación a la normatividad vigente.	Código Sustantivo del Trabajo 2018	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.
				4. TG-Segundo evaluador.
				5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-05	Analizar los parámetros normativos ambientales para el cumplimiento de expedición de las licencias ambientales.	Decreto 1076 de 201 Ley 1753 de 2015	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.
				4. TG- Segundo evaluador.
				5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-06	Analizar los beneficios ambientales que ofrece el estado en materia de inversión para proyectos de generación de energía a	Ley 1715 de 2014	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.

REQUERIMIENTO DEL PROYECTO				
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	P+I	STAKEHOLDERS
	través de fuentes renovables			4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-07	Realizar plan de manejo ambiental de acuerdo a los parámetros normativos y al E.O.T Municipal.	Esquema de Ordenamiento Territorial	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				2. TG- Sponsor.
				3. TG- Director del trabajo de grado.
				4. TG-Segundo evaluador.
				5. TG- Comité del trabajo de grado.
RP-05	Cumplir de expedición de las licencias ambientales.	Decreto 1076 de 2011 Ley 1753 de 2015	79.4	P- Ministerio del medio ambiente
				TG-P-ANLA
				TG-P-SIN
				P-Inversionistas privados
				TG-P-CAM
				TG-P-Ministerio de Minas y Energía
				TG-P-Municipio de Aipe
				TG-P-CREG
TG-P-Gobierno Nacional				
RP-06	Analizar los beneficios económicos que ofrece el estado en materia de inversión para proyectos de	Ley 1715 de 2014	80.1	TG-P-Gobierno Nacional
				TG-P-ANLA
				P-Inversionistas privados
				TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe

REQUERIMIENTO DEL PROYECTO				
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	P+I	STAKEHOLDERS
	generación de energía a través de fuentes renovables			TG-P-CREG TG-P-UPME TG-P-SIN TG-P-Embajada de Alemania TG-P-Ministerio de Minas y Energía P-Comunidad aledaña a la ubicación del proyecto.
RP-07	Realizar plan de manejo ambiental de acuerdo a los parámetros normativos y al E.O.T municipal.	Ley 99 de 1993	51.65	TG-P-Gobierno Nacional P- Ministerio del medio ambiente TG-P-CAM TG-P-ANLA TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe P-Comunidad aledaña a la ubicación del proyecto.
RP-08	Certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER	RESOLUCIÓN 1283 DE 2016	91.85	TG-P-Gobierno Nacional TG-P-Ministerio de minas y energía TG-P-Cámara de Comercio de Huila P- Ministerio del Medio Ambiente TG-P-ANLA TG-P-CREG TG-P-UPME TG-P-Municipio de Aipe P-Inversionista privado

REQUERIMIENTO DEL PROYECTO				
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	P+I	STAKEHOLDERS
				TG-P-DIAN
RP-09	Cumplimiento de los requisitos técnicos solicitados para poder ser generador de energía y conectar al sistema.	Ley 1715 de 2014 NTC 2050 RETIE Resolución 024 de 2015	137.1	TG-P-Gobierno Nacional
				TG-P-Ministerio de Minas y Energía
				TG-P-CAM
				TG-P-Electrificadora del Huila
				P- Empresas energéticas
				TG-P-Alcaldía Municipal de Aipe
				TG-P-SIN
RP-10	Participar en convocatorias de ElectroHuila para venta de energía	Convocatoria pública EHUI-SC-080-2017	15.1	TG-P-SIN
				TG- Director del trabajo de grado
RP-11	Calcular el costo total aproximado de la instalación	Resolución 143 de 2017	62.1	TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
				TG- Sponsor
				TG-Comité de trabajo de grado
				TG-Gerente de proyecto (Luz Mery Bolívar Rincón)
				TG-Director de comunicaciones (Luz Mery Bolívar Rincón)
TG-Director de investigación (Carlos Andrés Perdomo Castro.				

REQUERIMIENTO DEL PROYECTO				
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	P+I	STAKEHOLDERS
RP-12	Determinar radiación solar, potencia nominal pico, N°. total de módulos, tecnología de la celda (%), eficiencia de la celda (%), área del módulo (m2), eficiencia de los inversores (%), área del terreno (m2) que contendrá la planta solar.	Resolución 143 de 2018	41.5	TG-P-IRENA
				TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.

Tabla 10. Requerimientos del Producto

REQUERIMIENTOS DEL PRODUCTO					
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES					
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	WBS	P+I	STAKEHOLDERS
	INFORME:				
FUN-01	El Informe del estudio de prefactibilidad debe estar en capacidad de satisfacer los lineamientos normativos solicitados por la Escuela	Norma APA 6, Normas Técnicas Colombianas 1486 y 4490, Normas INCONTEC, Guías	2.1	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
					2. TG- Sponsor.

		Generales para el trabajo de grado, Art. 47 y 50 del Reglamento Estudiantil de Posgrados de la Escuela			3. TG- Director del trabajo de grado. 4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
FUN-02	El Estudio de Prefactibilidad debe contener la IAEP, Formulación con los estudios de Mercado, Técnico, Ambiental, Administrativo y CB/Presupuesto Inversión y Financiamiento y Evaluación Financiera basado en información secundaria.	Plan de Gerencia	2.1	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito. 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado. 4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
FUN-03	El estudiante debe estar en capacidad de mostrar dominio frente al comité del tema del trabajo de grado, manejo del auditorio, de las expresiones verbales y corporales.	Guías generales	2.3.2	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito. 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado. 4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
FUN-04	El estudiante debe estar en capacidad de presentar un	Guías generales	2.3.2	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De

	documento para exposición en donde refleje capacidad de síntesis, extracción, y claridad, y un nivel de comprensión e ilustración del tema tratado en el proyecto de grado.				Ingeniería Julio Garavito. 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado. 4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
FUN-05	Libro de Gerencia Sustentaciones Informe Final	Guías generales	2.3.2	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado.
REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES					
ID	REQUERIMIENTO	DOCUMENTO SOPORTE	WBS	P+I	STAKEHOLDERS
NOF 01	El informe debe ser presentado impreso, empastado a color en el cual debe contener dedicatorias y agradecimientos en un máximo de 200 paginas	Norma APA 6, Normas Técnicas Colombianas 1486 Y 4490, Normas INCONTEC, guías Generales para el trabajo de grado,	2.1	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito. 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado.

		Art. 47 y 50 del Reglamento Estudiantil de Posgrados de la Escuela			4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
NOF 02	El estudiante debe mostrar actitud de pertenencia ante el trabajo de grado y efectividad del trabajo individual y equipo.	Plan de Gerencia	2.1	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito. 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado. 4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.
NOF 03	Debe ser elaborado en equipos de tres (3) personas y requiere un tiempo de dedicación total estimada de 144 horas por parte de cada estudiante.	Anexo A y Guías Generales.	2.3.2	41.1	1. TG- Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito. 2. TG- Sponsor. 3. TG- Director del trabajo de grado. 4. TG-Segundo evaluador. 5. TG- Comité del trabajo de grado.

1.7 Entregables del Proyecto o Producto(s): Bien(es) y servicio(s) o Subproductos

1.7.1. Producto

Montaje de una planta de energía solar, por medio de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila.

1.7.2 Subproductos

De acuerdo con el análisis del montaje de la planta de energía, se consideran que es necesario evaluar y analizar los diferentes aspectos que tengan influencia para la presentación e investigación de la prefactibilidad. Dicho subproductos son los siguientes:

- Declaración del alcance proyecto.
- Identificación y alineación estratégica de proyecto.
- Formulación del proyecto:
 - o Estudio de mercado
 - o Estudio técnico
 - o Estudio ambiental.
 - o Estudio administrativo.
 - o Estudio financiero y de financiamiento.
- Evaluación financiera del proyecto.

1.8 Procesos de producción de los productos del proyecto (4 Ps)

Tabla 11 Proceso de la Prefactibilidad para el montaje de la planta de energía solar.



1.9 Interacciones del Proyecto con su entorno:

1.9.1 Análisis PESTA

Se realizó un análisis PESTA en el que se identifican factores del entorno que pueden afectar directamente el funcionamiento del proyecto, y se describen a continuación:

1.9.1.1 Entorno Político

El estado colombiano ha declarado un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional la promoción del uso de energías no convencionales, de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales. Con la Ley 697 de 2001, reglamentada por el Decreto Nacional 3683 de 2003, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

Más recientemente se sanciona la Ley 1715 de 2014, que promueve el aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía mediante incentivos en renta, venta y aduanas, para las inversiones en fuentes no convencionales de energía, especialmente las renovables.

Políticas exitosas en otros países para masificar el uso de energía solar

Los países pioneros en el uso de la energía solar han estimulado su desarrollo de varias maneras, entre las cuales se podrían destacar las siguientes prácticas:

- Posibilidad de venta de excedentes a la red pública.
- Prioridad en la compra de energía eléctrica producida con paneles solares por parte de las empresas administradoras.
- Eliminación de la tarifa de cargo de respaldo.
- Fuentes de financiación especializadas en el tipo de proyecto.
- Promoción por parte de las empresas públicas de energía eléctrica.
- Asesoría por parte de las empresas públicas de energía eléctrica.
- Disminución de aranceles para los productos relacionados. **(Banco Mundial, s.f.)**

1.9.1.2 Entorno Económico

Indicadores Económicos

Los indicadores económicos que afectan directamente el proyecto se encuentran descritos a continuación:

TRM: la tasa del cambio frente al dólar, o favorece, o va en detrimento de la viabilidad del proyecto, porque los equipos son importados y la devaluación incrementa los costos para el importador. Actualmente el escenario no es favorable, pues la devaluación en Colombia está en crecimiento.

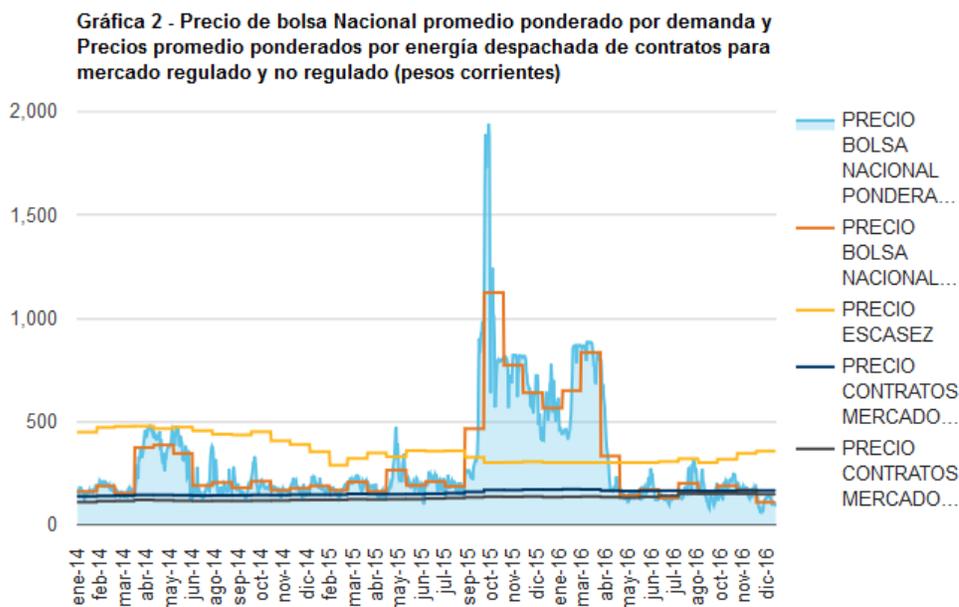
DTF: por la baja rentabilidad de este tipo de proyectos, puede ser probable que una alta DTF haga más rentable para el inversionista colocar sus recursos en el mercado de valores que en la autogeneración de energía. Esto también implica un alza en las tasas de interés de los créditos que se usan para adquirir los equipos. **(Bancolombia, s.f.) Fuentes de financiación para proyectos de energías renovables y limpias**

Por lo tanto, la legislación y estímulos tributarios: mientras se formulen y apliquen leyes como la 1715 de 2014, va a tener justificación para invertir en autogeneración con fuentes renovables de energía.

Condiciones de mercado de energía en Bolsa para Colombia

La Ilustración N.2, muestra la evolución en los últimos tres años del precio de bolsa promedio ponderado por demanda, diario y mensual, además de los precios promedios ponderados por energía despachada discriminando por tipo de mercado. La información se presenta en pesos corrientes. Se observa un crecimiento en los precios de bolsa a partir del mes de septiembre de 2015 hasta abril de 2016, los cuales se ven influenciados por diversos factores entre los cuales se encuentran: la disminución del recurso hídrico debido al fenómeno de El Niño, incrementos en las ofertas promedio de las plantas hidráulicas, entre otras. El precio de bolsa nacional en 2016 presentó un decrecimiento anual del 21.26%, al pasar de un promedio ponderado anual en 2015 de 387.58 \$/kWh a 305.18\$/kWh en 2016. Por su parte, el precio promedio anual de contratos creció en un 8.75%, con 143.41 \$/kWh en 2015 y 155.97 \$/kWh en 2016 (Mercado, 2016).

Ilustración 1. Precio de bolsa- Precio promedio de bolsa – Precio de escasez Precio promedio de contratos



Fuente: XM Filial de ISA (Mercado, 2016)

Barreras de entrada a Colombia

Por la gran cantidad de competidores en el mercado, y considerando que es una tecnología internacionalmente conocida, no se puede esperar tener los beneficios de un monopolio.

Es un mercado de competencia monopolística, donde existen muchos competidores y hay muy poco control sobre el precio. Excepto por el alto costo del producto, no existen barreras de entrada; de hecho, hay estímulos gubernamentales para masificar la utilización de este tipo de producto.

Existe variedad de proveedores internacionales de tecnología con productos similares, pero no idénticos, especialmente por su eficiencia.

En una curva de vida de los productos, podría decirse que la energía solar está en el rango de competencia abierta en un mercado de expansión, donde los sustitutos cada vez son más competitivos.

1.9.1.3 Entorno Social

De acuerdo con la información suministrada del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, en una exposición del uso racional y eficiente de la energía (URE), en el

contexto colombiano de agosto de 2010, expresa que la situación del acceso a la energía es así:

- 15 % de la población mundial, es decir, los 1.000 millones de habitantes de los países desarrollados, consumen más del 50% de los recursos energéticos del planeta.

- 2.000 millones de personas carecen de acceso a la energía y otros 3.000 millones tienen un suministro insuficiente, lo que imposibilita su desarrollo y las condena a la pobreza.

Se perpetúa el círculo vicioso donde la pobreza hace muy difícil el acceso a la energía, y, a su vez, la falta de acceso a la energía impone la pobreza. (Ministerio de Minas y Energía , s.f.).

La ubicación de Aipe, Huila se beneficia al obtener una mayor captación de energía, abriendo posibilidades de diversificar y alimentar la matriz energética del país, por medio de energía renovables que reduzca la contaminación y la emisión de gases contaminantes.

1.9.1.4 Entorno Tecnológico

En la actualidad, los costos de la tecnología requerida para la generación con fuentes renovables han disminuido en un 20% por cada duplicación de la capacidad instalada, o en alrededor de 5% por año. En los últimos años ha mejorado el tipo de tecnología, su producción y eficiencia de este tipo de energías. Haciendo que el costo de equipos y de los paneles se reduzcan considerablemente.

Eficiencia disponible en los equipos del mercado

Haciendo referencia a esta tecnología de energía, es muy joven, por lo cual todos los días aparecen nuevos desarrollos. Haciendo que el riesgo de obsolescencia temprana se incremente, aunque es importante resaltar que en Colombia hay paneles en funcionamiento en más de 15 años. (Evolucion de Paneles Solares hace altamente competitiva La energia Fotovoltaica, 2013)

Por lo tanto, el uso de tecnología como los monocristalinos que se utilizará para la evaluación, es la que cumple en la actualidad con la mayor eficiencia, respecto a los otros tipos de paneles y a su vez se pretende evaluar sin baterías de almacenamiento.

1.9.1.5 Entorno Ambiental

De acuerdo con la información de Green Energy Latin America (Green Energy Latin America, s.f.), en 2016 es aceptado globalmente que la energía solar es 100% renovable:

El sol emite una cantidad increíble de energía, la energía que irradia a la Tierra en 20 minutos es suficiente para cubrir las necesidades de toda la humanidad durante un año. Utilizar este tipo de energía de forma eficiente es nuestro principal desafío para el siglo XXI.

Por lo tanto, las entidades gubernamentales tienen el compromiso de fomentar las energías renovables, como lo es la solar fotovoltaica, que capta la luz solar y la convierte en energía eléctrica, sin perjudicar el medio ambiente, sin generar basuras y sin dañar la salud; el sol nos ofrece la posibilidad de detener o al menos minimizar el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales.

Los paneles al tener un componente principal de vidrio, permite procesos de selección y manejo de estos residuos, con el fin de fundir el vidrio a altas temperaturas y crear nuevos productos de vidrio a calidades inferiores, pero utilizables.

2. IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO IAEP

2.1. Revisión de las estrategias globales, nacionales, regionales, locales y sectoriales, que puedan afectar el Proyecto.

Para el mundo los pactos relacionados con el cuidado del medio ambiente han creado una serie de normas y reformas, que permiten el desarrollo de proyectos enfocados al cuidado del medio ambiente. En la ilustración N°. 2 se describe la estrategia actual para Colombia, con el fin del alinearse con tratados internacionales.

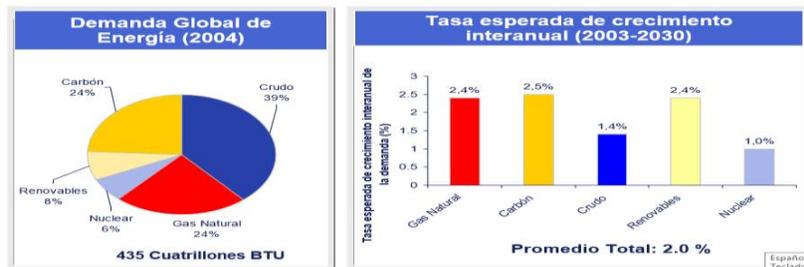
Ilustración 2 Estrategia Nacional Energética



2.2 Análisis de las estrategias globales, nacionales, regionales, locales o sectoriales.

Para cumplir con el aporte energético preciso para el país, es necesario la diversificación de fuentes de energía. Por lo tanto, la proyección para 2025 impulsa el crecimiento de la energía renovable. (Ilustración N° 3).

Ilustración 3 Crecimiento Energético 2025



2.3 Planteamiento del Proyecto

2.3.1 Nombre del proyecto

Montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila.

2.3.2 Propósito de Proyecto

Contribuir al desarrollo energético del país a través de la implementación de energía limpia y el aprovechamiento de la legislación que estimula el uso de fuentes energéticas no convencionales renovables, mediante el montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila.

2.3.3 Antecedentes de Proyecto

Europa, pionero en el uso de energías limpias renovables, ha venido desarrollando su potencial energético basado en estas tecnologías, es así como Alemania tiene instaladas centrales de energía solar fotovoltaica que pueden dar electricidad a 5,1 millones de personas (38,6 GW de potencia instalada) en tanto que España tiene un equivalente de 1,4 millones de personas (5 GW). Es decir, Alemania tiene casi ocho veces más potencia fotovoltaica instalada y se calcula que tendrá una potencia fotovoltaica instalada de 50 GW mientras que España apenas llegará a los 9 GW.

Los tres países que pusieron en marcha el año pasado más instalaciones fotovoltaicas fueron el Reino Unido (2.402 MW), Alemania (1.898) y Francia (927). Para el año 2014 se instalaron en todo el mundo 40 GW de nueva capacidad de generación basada en energía solar, una cifra ligeramente superior a los 38,4 GW logrados en 2013. La potencia instalada acumulada para este tipo de tecnología es ahora de 178 GW, que en términos de generación es equivalente a 33 centrales eléctricas de carbón de 1 GW. China es actualmente el mercado de más rápido crecimiento, con la instalación de 10,6 GW en 2014, seguido por Japón (9,7 GW), la Unión Europea (7 GW) y los Estados Unidos (6,5 GW), la capacidad mundial de esta energía podría alcanzar los 540 GW en cinco años en un escenario de alto crecimiento y llegaría a 396 GW. (La Vanguardia , 2015).

América Latina viene masificando el uso de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica. Chile uno de los países latinoamericanos con mayor desarrollo en el uso de esta tecnología construyo una de las plantas más grandes de Latinoamérica en la localidad de Pozo Almonte cercana a Iquique al norte de Chile en el desierto de Atacama con una capacidad instalada de 210 Mw en donde se

tiene la radiación horizontal solar más alta del mundo entre 7 y 7.5 kwh/m². (The New York Time “La solución energética que América Latina necesita” , 2018)

Colombia busca ingresar al Ranking en el uso de tecnologías para producción de energías renovables. Países que tienen la mayor participación en tipo de energía como Noruega (98%), Nueva Zelanda (79%) y Brasil (73.4%), están dentro de los países en desarrollo de energías no convencionales y están soportadas en un marco regulatorio robusto, como una estrategia de sostenibilidad y competitividad nacional. (Camara de Comercio de Cali, Informes economicos , 2016)

El País se adhirió al Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Ley 629 de 2000). El objetivo de este Protocolo es reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), por lo cual las energías renovables se convirtieron en una opción estratégica para Colombia.

Es así como Colombia empieza a desarrollar políticas que enmarcan e incentivan el desarrollo y el uso de tecnologías limpias para la generación de energías renovables amigables con el medio ambiente; el desarrollo de la ley 1715 de 2014 abre esa posibilidad en el país, creando incentivos en la exoneración de impuestos, aranceles y apoyo financiero a quien desarrolle proyectos encaminados a generar energías limpias y renovables. (UPME, 2014)

La Resolución MME 18-0919 de 2010 definió el Plan de Acción 2010-2015 y los subprogramas del PROURE. La vigencia de este Plan se extendió hasta junio de 2016, fecha en la que se adoptaría el Plan 2016-2020.

Durante la última década el consumo creció a una tasa media anual de 2.9%, en parte afectado por la desaceleración económica del año 2009. A futuro, se estima en el escenario medio un crecimiento de la demanda eléctrica de 3.9% y 4.4%, valor alentado por la entrada de nuevas cargas petroleras; para el periodo 2018-2020 se proyecta un crecimiento medio anual de la demanda de 3.9%. Respecto a la potencia máxima de energía eléctrica, se calcula un crecimiento para lo restante de la década de 3.1%. (Fuente UPME). La UPME proyecta un escenario de crecimiento económico en Colombia a mediano plazo de 3,8% (2020).

Para el año 2013 se tenía identificadas 1.440 localidades de 39 cabeceras que carecían del servicio de energía las 24 horas, 80% de las regiones involucradas cuentan con energía intermitente. (Fuente El Espectador 13 Ene 2013).

En Colombia, los proyectos de Ennel, EPM y Celsia, en Cesar y Magdalena Medio, entregarán energía eléctrica al Sistema Interconectado Nacional, así se garantizará la confiabilidad de la matriz en el suministro.

Con el inicio de obras para el montaje de tres granjas solares a gran escala en el primer semestre del 2018, dos en el departamento del Cesar y una en el Magdalena Medio, el país afianza su camino para incorporar las energías renovables a la matriz del Sistema Interconectado Nacional (SIN) para garantizar su confiabilidad.

Los proyectos, que entrarían en operación entre el 2019 y el 2020, serán adelantados por los grupos Enel y EPM, así como por la empresa Celsia. Los dos primeros tendrán una capacidad instalada de 86 megavatios, cada uno; mientras que el tercero será de 100 megavatios.

Para el director de la Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme), Ricardo Ramírez, las citadas plantas de generación fotovoltaica serán pieza clave en su sincronización con el SIN, porque ayudarán a atender la demanda en épocas de intenso verano, como el fenómeno de El Niño. (LLANOS, 21 Diciembre 2017)(Portafolio, 20 Diciembre 2017)

La primera granja solar en iniciar su proceso de montaje (primer trimestre) será la del grupo Enel, y estará ubicada en el municipio de El Paso (Cesar).

El proyecto del conglomerado italiano, dueño de Emgesa y Codensa, tendrá una capacidad instalada de 86 megavatios (MW), para una generación media de 176 gigavatios hora por año (GWh/año).

Su infraestructura estará compuesta por 260.000 paneles, y estará construida en 270 hectáreas. Su inversión será de US\$70 millones.

“Es una buena oportunidad de inversión con rendimiento en lo económico. Se complementarán bien en la matriz energética de Colombia, de la que ya hacen parte las tecnologías hídrica y térmica. La fluctuación de precios y la disponibilidad de energía, con la aparición de fuentes como la solar pueden fortalecer la red y contribuir en un 100% a la generación eléctrica del país”, señaló Antonio Cammisecra, director General de Enel Green Power (EGP).

El proyecto El Paso ya tiene el visto bueno de la Upme y una vez entre en operación, será punto de alimentación a la matriz del SIN. (LLANOS, 21 Diciembre 2017)

Otra de las plantas fotovoltaicas que tiene programado su montaje el próximo año es la de la empresa Celsia, a las afueras de la ciudad de Valledupar, en el corregimiento de La Mesa. La infraestructura tendrá una capacidad para generar 187 gigavatios hora por año (GWh/año), lo que significa abastecer a más de 105.000 hogares.

Ocupará un espacio de 197 hectáreas, en la que albergará cerca de 367.500 paneles fotovoltaicos, y también está programada para entregar energía al SIN.

“La energía fotovoltaica, el almacenamiento de energía y la eficiencia energética son productos que están tomando una relevancia importante dentro de nuestro portafolio.

Lo que queremos es explorar e ir abriéndoles camino a estas tecnologías en el mercado colombiano, que hoy tienen una baja penetración, pero en las que vemos una gran oportunidad en el futuro energético”, explicó Ricardo Sierra Fernández, presidente de la organización.

La granja Celsia Solar Valledupar, como se denomina oficialmente, se encuentra en etapa de licenciamiento ambiental. Y la meta de esta compañía es tener 250 megavatios (MW) de generación fotovoltaica a mediano plazo en Colombia y Centroamérica. (LLANOS, 21 Diciembre 2017)

Con el montaje de una granja solar, el grupo EPM le apuesta a los proyectos no convencionales para la generación de energía, y así aportar su grano de arena para garantizar la confiabilidad en la matriz energética del país.

Y a diferencia de los otros dos proyectos, este se demoraría para entrar en operación, sin embargo, los técnicos y equipo jurídico del conglomerado siguen con el cronograma para establecer la fecha inicial de las obras civiles del montaje.

Aunque el detalle de la granja solar se mantiene en total hermetismo por parte de la citada organización, Portafolio pudo establecer con varias fuentes que solicitaron la reserva de su nombre que, en la actualidad, además de estar el proyecto en la fase final de los respectivos estudios, también realiza los análisis de conexión, así como el de predios. **(Portafolio, s.f.)**

La granja solar del citado grupo antioqueño tendrá una capacidad instalada de 86 megavatios (MW), se ubicará en un área de 200 hectáreas, generará entre 140 y 150 gigavatios hora por año y su inversión será de US\$75 millones.

“El proyecto hace parte del portafolio de EPM para el desarrollo de plantas de generación renovable. El anuncio oficial estaría programado para finales del segundo trimestre del próximo año (2018)”, señaló una de las fuentes del grupo consultadas, quien reiteró “que hasta que estén listos los estudios de factibilidad, así como la licencia ambiental, el proyecto se hará de público conocimiento el proyecto”

La columna vertebral de la infraestructura planteada por el conglomerado EPM, en su granja solar, estaría compuesta por poco más de 365.000 paneles, cada uno con un área de 1,8 metros cuadrados. (LLANOS, 21 Diciembre 2017)

Europa y Asia han multiplicado por 75 su capacidad acumulada en una década.

Desde hace una década el continente europeo se ha mantenido como el líder indiscutible en cuanto a capacidad de energía solar fotovoltaica. Su evolución salta a la vista: su **potencia acumulada** ha subido en este tiempo más de un 7.000%. Un impulso en el que tiene que ver, y mucho, Alemania, que ha sido hasta hace bien poco el país líder en este ámbito a nivel global.

El continente asiático comenzó hace menos de un lustro una vertiginosa carrera en el mundo de las fotovoltaicas que lo ha situado como **la región que más potencia nueva instaló en 2014**. De todas las instalaciones globales que se produjeron ese año, **un 60% procedían de Asia**. Europa, por su parte, sólo aportó un 7%. Tres veces menos que en 2011. (IRENA, 2017)

2.4 Alineación Estratégica del Proyecto.

El Proyecto se enmarca en diferentes organizaciones y a los respectivos objetivos, los cuales se describen por entidad.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA		
Objetivos organizacionales	Objetivos estratégicos	Contribución del proyecto
Formular y adoptar políticas dirigidas al aprovechamiento sostenible de los recursos mineros y energéticos para contribuir al desarrollo económico y social del País. (Energía, s.f.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar la ejecución de proyectos minero-energéticos para generar los recursos que necesita el país. 2. Ampliar la cobertura del servicio de energía para los más pobres. 3. Aumentar la competitividad de la energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuir al desarrollo energético del país a través de la implementación de energía limpia y el aprovechamiento de la legislación que estimula el uso de fuentes energéticas no convencionales renovables, mediante el montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila.
Unidad de Planeación Minero-Energética UPME		
La Unidad de planeación minero energética – UPME, tendrá por objeto planear en	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer los requerimientos minero-energéticos de la población 	Contribuir al desarrollo energético del país, cumpliendo la normatividad

<p>forma integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector minero energético, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos; producir y divulgar la información requerida para la formulación de política y toma de decisiones; y apoya al Ministerio de Minas y Energía en el logro de su objetivos y metas. (UPME, s.f.)</p>	<p>y los agentes económicos del País, con base en proyecciones de demanda que tomen en cuenta la evolución más probable de las variables demográficas económicas y de precios de los recursos minero energético destinado al desarrollo del mercado nacional, con proyección a la integración regional y mundial, dentro de una economía globalizada.</p> <p>2. Establecer la manera de satisfacer dichos requerimientos teniendo en cuenta los recursos minero-energéticos existentes, convencionales y no convencionales.</p>	<p>correspondiente a la generación de energía. Incursionando en el mercado energético a través de la implementación de energía limpia por medio de paneles solares. Aprovechando la creación de la Ley 1715 de 2014, que estimulan el uso de fuentes energéticas no convencionales renovables.</p>
<p>Comisión de Regulación de Energías y Gas CREG</p>		
<p>Es una entidad eminentemente técnica y su objetivo es lograr que los servicios de energía eléctrica, gas natural, gas licuado de petróleo (GLP) y combustibles líquidos se presten al mayor número posible de personas, al menor costo posible para los usuarios y con una remuneración adecuada para las empresas que permita garantizar calidad, cobertura y expansión. (CREG C. d., s.f.)</p>	<p>1. Regular la prestación de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica, gas combustible y servicios públicos de combustibles líquidos, de manera técnica, independiente y transparente; promover el desarrollo sostenido de estos sectores; regular los monopolios; incentivar la competencia donde sea posible y atender oportunamente las necesidades de los usuarios y las empresas de acuerdo con los criterios establecidos en la Ley.</p>	<p>Contribuir a la prestación de servicio público de energía eléctrica, con el fin de suplir esta necesidad al mayor número de personas posibles.</p>
<p>Departamento del Huila – Plan de Desarrollo – 2016-2019</p>		
<p>El departamento del Huila viene realizando un apoyo a los 37 municipios, en la ampliación de cobertura de</p>	<p>Buscar que el operador es la electrificadora del Huila, el departamento</p>	<p>Contribuir al Plan departamental "El Camino es la Educación" mediante el Montaje de una Planta</p>

energía en zona rural. Ampliación de redes eléctricas urbanas y rurales. (Alcaldía de Aipe , 2010)	mediante convenio realizará la trasferencia de recursos con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes.	con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el Municipio de Aipe, Huila.
Escuela Colombiana de Ingeniería		
Contribuir al progreso personal, social y del conocimiento, a través de: (i) La formación integral de la persona, caracterizada por la alta preparación científica, tecnológica, técnica, ética, social y humanística.	Contribuir de manera significativa a la formación y capacitación de profesionales de alta calidad para el óptimo desempeño de funciones y responsabilidades propias de la realización de planea, programas y proyectos, así como el desarrollo económico, social y humano, satisfaciendo las instituciones y empresas del País.	Mostrar las competencias adquiridas en la Gerencia Integral de Proyectos siendo profesionales de alta calidad y con capacidad de líder proyectos que contribuyan al desarrollo del país.

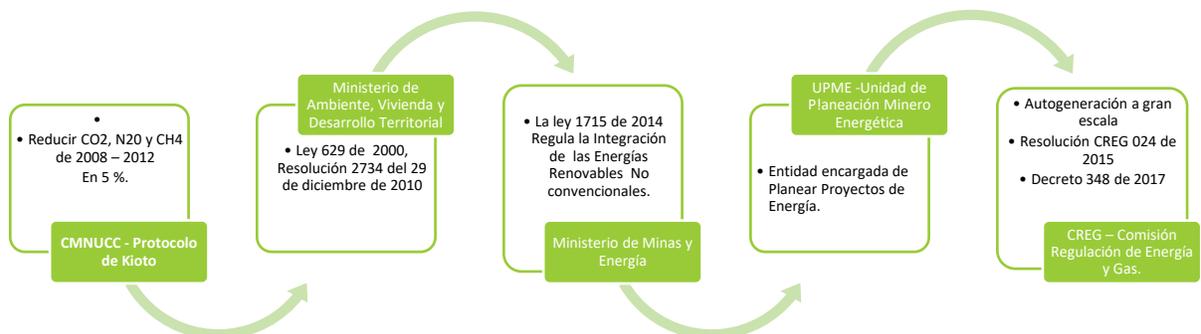
2.4.1 Análisis de competitividad

En el marco en el que se desenvuelve este proyecto se centra en el análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

2.4.2 Implicaciones de los resultados de la IAEP para el Proyecto

Para considerar el desarrollo de una planta energética en el municipio de Aipe, Huila. Existen antecedentes que internacionales como el Protocolo de *Kioto*, en el que se considera una evolución y avance importante para la realización de estoc como se ve en la ilustración N 4.

Ilustración 4 Alineación del proyecto al entorno



Fuente: Elaboración Propia.

2.4.3 Estrategias DOFA

Permitirán potencializar las fortalezas y oportunidades, evitar o reducir las debilidades y proyectar las contingencias para afrontar las amenazas.

FO-1: Teniendo en cuenta el conocimiento técnico del funcionamiento de una planta de energía eléctrica por medio de paneles solares, fortalecer el conocimiento a los integrantes en la importancia ambiental que contiene el proyecto y profundizar en el tema de emisión de gases efecto invernadero específicamente en el área de energía solar.

FO-2: Tomando como base la profesión administrativa y financiera de uno de los integrantes del proyecto, se debe ahondar en el tema de facturación energética para la ejecución del proyecto.

FA-1: Las habilidades en gerencias de proyectos, la experiencia en el sector energético y una asesoría ambiental preverán algún tipo de restricción para las instalaciones fotovoltaicas.

FA-2: Contar con un estudio de otra área perimetral en caso tal que existan interesados en realizar un proyecto similar o con diferentes características en el área seleccionada.

DO-1: Teniendo en cuenta que el recurso natural con mayor intervención en Colombia es el recurso renovable en el cual la fuente de energía solar cuenta con un 0,03% de participación, investigar, aprender y analizar proyectos ejecutados de montaje de una planta eléctrica por medio de paneles solares, con características similares a la planta que se pretende montar en el municipio de Aipe con una capacidad de hasta 5MW.

DA-2: Mensualmente revisar la normatividad relacionada a la energía solar para prever cualquier inconveniente.

DA-3: Ampliar la red de contactos participando en reuniones de la alcaldía y consultando posibles proyectos con características similares.

DA-4: Estar atento a las convocatorias de ElectroHuila para participar y dar cumplimiento a todos los requerimientos con antelación.

Tabla 12 Analisis DOFA

		Fortalezas	Debilidades
Origen interno		<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento técnico del funcionamiento de una planta de energía eléctrica por medio de paneles solares. • Habilidades en gerencias de proyectos. • Experiencia laboral en el sector energético incluyendo el departamento del Huila. • Los integrantes son profesionales administrativo y financiero, electromecánico y civil, lo cual permite aportes significativos desde diferentes perspectivas. • Hay conocimiento del área perimetral en el cual se haría el montaje de la planta eléctrica por medio de paneles solares. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se encuentra ningún proyecto de características similares en el municipio de Aipe para realizar una comparación o análisis comportamental. • No hay experiencia en el montaje de una planta de energía eléctrica por medio de paneles solares. • Pocas redes de contactos en el sector. • Costos de inversión son altos y el balance económico es a largo plazo. • Elementos del sistema puede que cambien.
		Oportunidades	Amenazas
Origen externo		<ul style="list-style-type: none"> • El área cuenta con altos niveles de radiación solar. • Contribución a la reducción de emisión de gases efecto invernadero. • Rebaja en los costos de la facturación de la energía. • Promover el uso de otras energías renovables para la generación energética. 	<ul style="list-style-type: none"> • Restricción de permiso de instalación fotovoltaica por motivos ambientales como impacto en el paisaje o zonas protegidas. • Los costos de inversión son altos. • Cambio de normatividad vigente. • Posibles interesados en realizar el proyecto en la misma área. • El área destinada para la instalación del sistema puede ser reducida. • No llegar a un acuerdo con la empresa para vender la energía. • Posible desintegración grupal.

3.FORMULACIÓN DE PROYECTO

3.1 Estudio de mercado

En este estudio de mercados a desarrollar, se pretende analizar y determinar la aceptación potencial de este proyecto, lo cual implica conocer la oferta actual y el nivel de competencia entre los actuales participantes del mercado, la disposición declarada y registrada de los consumidores a adquirir este servicio, el comportamiento de los precios, así como los canales y estrategias de comercialización existentes.

3.1.1. Hallazgos

Este proyecto para el montaje de una planta con capacidad de hasta 5 MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el municipio de Aipe, Huila, pretende aportar información confiable sobre el estudio de mercados, para ver el comportamiento de la oferta y demanda, competitividad, estrategias de comercialización, alternativas analizadas, costos y, beneficios, que nos permitirán tomar decisiones en cuanto a la ejecución del proyecto.

3.1.1.1. Análisis de oferta y demanda

En Colombia la energía eléctrica se divide en 3 actividades: generación, distribución y comercialización. La generación es producida a partir de fuentes de energía renovables y no renovables las cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 13. Fuentes para la generación eléctrica

Fuente de energía	Descripción	Tipo de recurso natural
Hidráulica	Procedente de la energía cinética del agua acumulada en un embalse, por medio del movimiento de turbinas para generar energía eléctrica.	Renovable
Biomasa	Se obtiene de la materia orgánica la cual por medio de un proceso termoquímico y termoeléctrico se convierte en energía eléctrica. Hay diferentes tipos de biomasa como el bagazo, biogás, biodiesel.	

Fuente de energía	Descripción	Tipo de recurso natural
Solar	Proviene del aprovechamiento de la radiación electromagnética solar. La generación eléctrica se da por medio de un proceso fotovoltaico o termoeléctrico. La energía fotovoltaica transforma directamente la radiación solar en electricidad por medio de paneles solares fotovoltaicos; La energía térmica se basa en el aprovechamiento de la energía del sol para generar calor mediante el uso de paneles solares térmicos.	
Eólica	Procedente de las corrientes de aire que permiten el movimiento de las palas de un aerogenerador para la generación de energía eléctrica.	
Combustible fósil	Obtenida de fuentes fósiles derivados del petróleo, gas, carbón y mezcla (gas-jet A1). Los combustibles pasan por un proceso termoquímico y termoeléctrico convertidos en energía eléctrica. En Colombia este tipo de energía se conoce como energía térmica.	No renovable

Fuente: elaboración propia, información tomada de (XM, 2017)

Oferta

Esta sección presenta la oferta del sector energético resaltando la participación de la fuente solar en distintos escenarios. Por otro lado, se describen los proyectos de electricidad que han sido registrados en Colombia.

Generación eléctrica en Colombia

La participación de generación eléctrica hasta la fecha de febrero de 2018 se distribuye de la siguiente forma, en la cual la generación eléctrica solar representa el 0,02%.

Tabla 14. Generación eléctrica de acuerdo con su fuente- febrero 2018

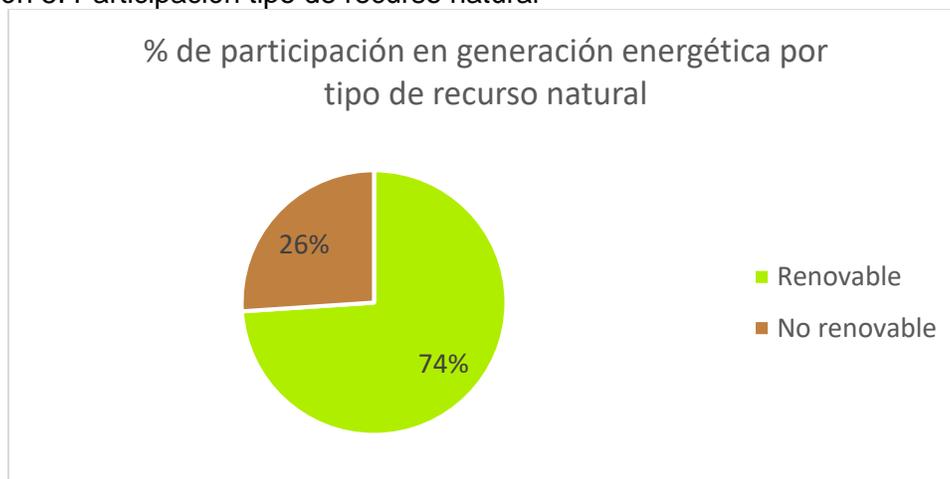
Fuente	% de generación eléctrica
Biomasa	1,21
Eólica	0,05
Hidráulica	72,67
Solar	0,02
Combustible fósil	26,06

Fuente: elaboración propia basada en información de (XM, 2018)

Participación energética por tipo de recurso natural

En la gráfica se observa que el tipo de recurso natural con mayor intervención es el recurso renovable, en el que se encuentra el recurso de energía solar.

Ilustración 5. Participación tipo de recurso natural

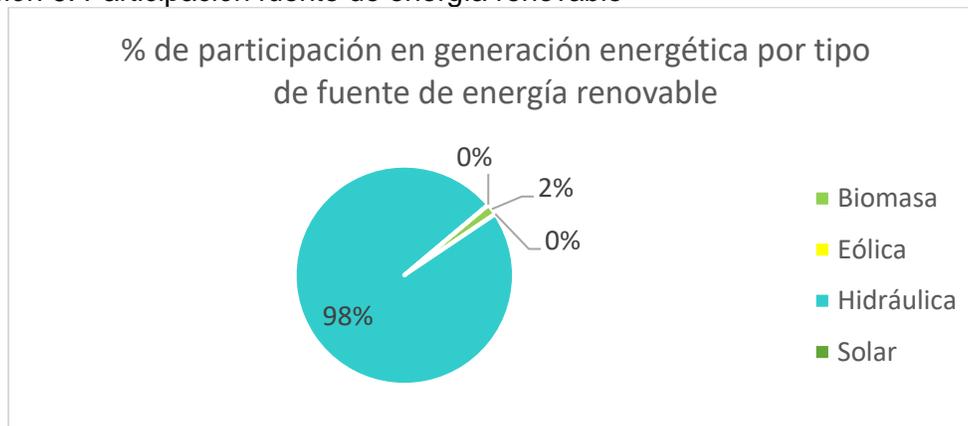


Fuente: elaboración propia basada en información de (XM, 2018)

Participación energética por fuente de energía renovable

La fuente hidráulica tiene mayor porcentaje de participación, a diferencia de la fuente de energía solar que cuenta con un 0,03% (ver Ilustración 6). La participación de los subtipos de las fuentes de energía se divide en bagazo (1,63%), biogás (0,01%), eólica (0,06%), embalse (88,81%), filo de agua (9,46%) y fotovoltaica (0,03%). (XM, 2018)

Ilustración 6. Participación fuente de energía renovable



Fuente: elaboración propia basada en información de (XM, 2018)

Participación energética por fuente de energía no renovable

El tipo de fuente de energía pertenece a combustible fósil que cubre un 100% en generación. Los subtipos se clasifican en carbón (39,78%), gas (58,13%), líquidos (2,09%), mezclas (0,01%). (XM, 2018).

Generación eléctrica instalada al SIN

El sistema eléctrico colombiano cuenta con 16.8 GW de generación instalada al SIN, de los cuales 1.4 GW son pequeñas centrales hidráulicas y filo de agua, 0.02 GW eólicos y 0.01 GW solares. (XM, s.f.)

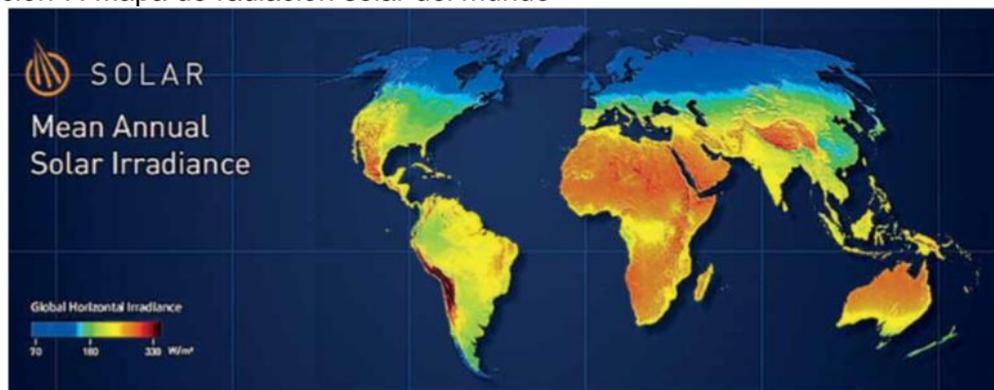
Energía eléctrica en el Huila

La demanda energética es de alrededor de 100 MW, en hora normal es de 90 MW y en hora pico es de 140 MW (República, 2017). La generación eléctrica en el Huila es liderada por la participación de la energía hidráulica proveniente de centrales hidroeléctricas como “La pita” y “Íquira” (Electrohuila, 2015). Además, en el Huila se encuentran las centrales hidroeléctricas El Quimbo (capacidad instalada 400 MW) y Betania (capacidad instalada 540,9 MW) (Emgesa, s.f.).

Energía solar en Colombia

Colombia cuenta con una irradiación promedio de 4,5 kWh/m²/d (UPME, IDEAM, 2005), superando el promedio mundial que representa el 3,9 kWh/m²/d. Se beneficia al no experimentar el fenómeno de estaciones ya que permite un buen recurso promedio de irradiación, el cual está por encima de promedio recibido en Alemania, uno de los países que hace mayor uso de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial con aproximadamente 36 GW de capacidad instalada a 2013. (UPME, 2015). En la Ilustración 7 se aprecia el recurso solar de Colombia frente al resto del mundo.

Ilustración 7. Mapa de radiación solar del mundo



Fuente: (UPME, 2015)

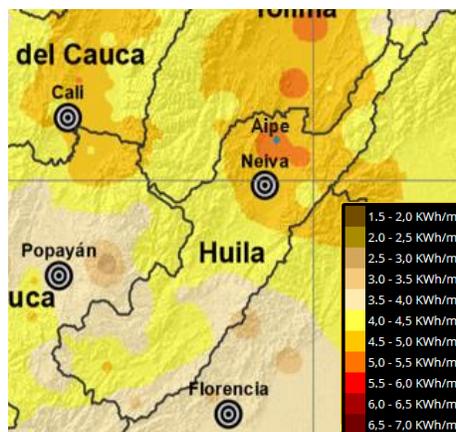
De acuerdo con lo anterior, Colombia tiene una amplia posibilidad para instalar plantas de energía solar fotovoltaica, beneficiando al sector energético en lo siguiente:

- Los costos especialmente los de las celdas solares fotovoltaicas (en adelante FV) han decrecido.
- La implementación y masificación de pequeños sistemas de autogeneración distribuida, permite a los usuarios generar su propia energía, previniéndoles en estar sometidos a cierta volatilidad y frecuentes incrementos en los costos de electricidad.
- Desplazaría ciertas plantas térmicas que producen un alto impacto ambiental. Los sistemas de solares FV emiten alrededor de 50 kg CO₂ eq/MWh y plantas operadas con combustibles fósiles emiten por encima de 450 kg CO₂ eq/MWh. (UPME, 2015)

Energía solar en el departamento del Huila

En la mayoría del departamento del Huila la presencia de la radiación solar es desde 4,0 hasta 5,5 kWh/m² y específicamente en Aipe es de 5,0-5,5 kWh/m² (ver Ilustración 8), superando la del promedio mundial y resaltando la viabilidad desde esta perspectiva el montaje de plantas energéticas solares en el municipio.

Ilustración 8. Radiación solar en el departamento del Huila



Fuente: (IDEAM, 2017)

Existe la intención por parte de diferentes empresas como Sunnyapp en brindar soluciones energéticas y promover el uso de energía solar fotovoltaica (Sunnyapp,

s.f.). Por otro lado, está la empresa ElectroHuila que tiene en proyecto a dos o tres años el montaje de una planta de 10MW que tiene un costo aproximado de USD\$15millones (República, 2017).

Plantas solares FV en el Huila

En el municipio de Neiva la Corporación Universitaria del Huila puso en funcionamiento la primera planta generadora de energía solar en todo el departamento para fines de investigación para los estudiantes. (Caracol Radio, 2017).

Ilustración 9. Planta de energía solar en Neiva



Fuente: (Caracol Radio, 2017)

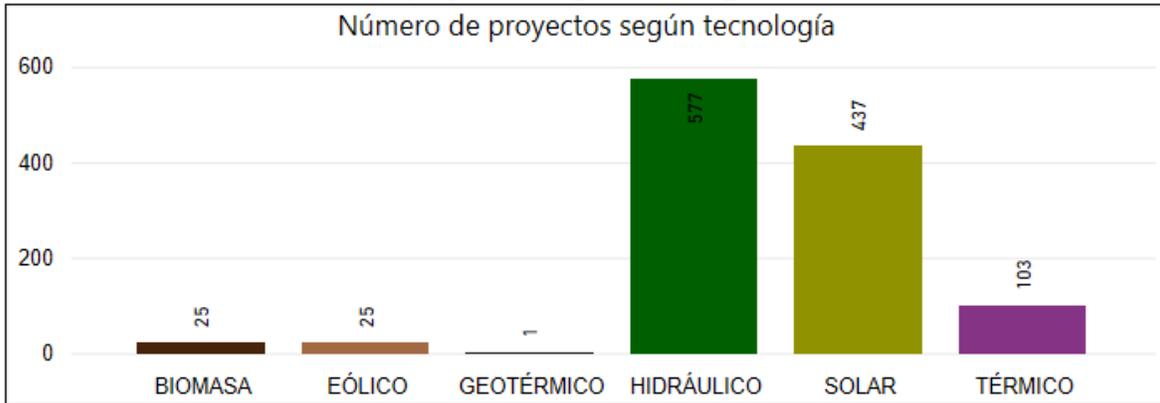
3.1.11 Proyectos de generación de electricidad registrados en Colombia

En este apartado se hará una descripción textual y gráfica de los proyectos de generación eléctrica que han sido registrado ante la UPME. La persona natural o jurídica que pretenda generar energía eléctrica a operar en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) deberá, registrarse ante la UPME y seguir el proceso de cada fase, el cual es establecido en la Resolución 0520 de 2007.

Número de proyectos presentados entre 2007 – 2017

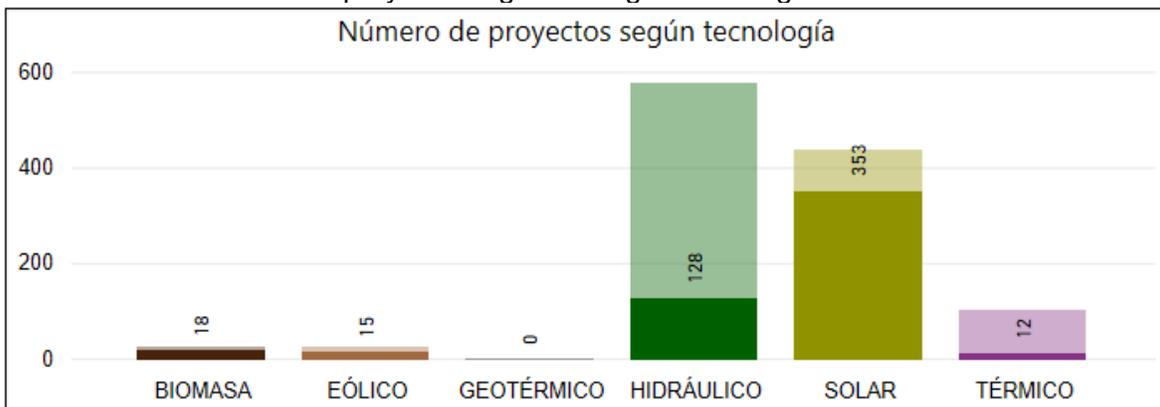
Durante el periodo de 2007 – 2017 se registraron 1168 proyectos de los cuales hay 526 vigentes y 642 no vigentes. En la *Ilustración 10* se evidencia que la mayor cantidad de proyectos presentados son de tecnología hidráulica, seguida de la tecnología solar. Sin embargo, en los proyectos que aún siguen vigentes lidera la tecnología solar (353) secundada por la hidráulica (ver Ilustración 11).

Ilustración 10. Número total de proyectos según tecnología



Fuente: (UPME, 2018)

Ilustración 11. Número de proyectos vigentes según tecnología

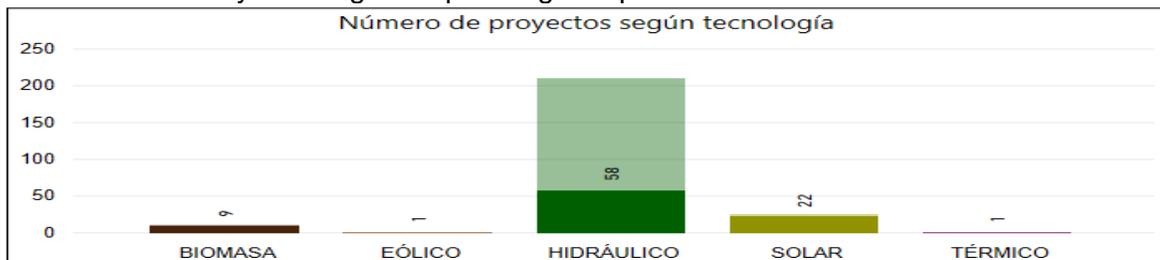


Fuente: (UPME, 2018)

En la

Ilustración 12 se muestra que dentro del rango de potencia de 1 – 10 MW existen 91 proyectos vigentes de 526 resultando 58 hidráulicos y 22 solares. Dentro de este rango se incluiría la planta que se quiere montar en Aipe.

Ilustración 12. Proyectos vigentes por rango de potencia 1-10MW

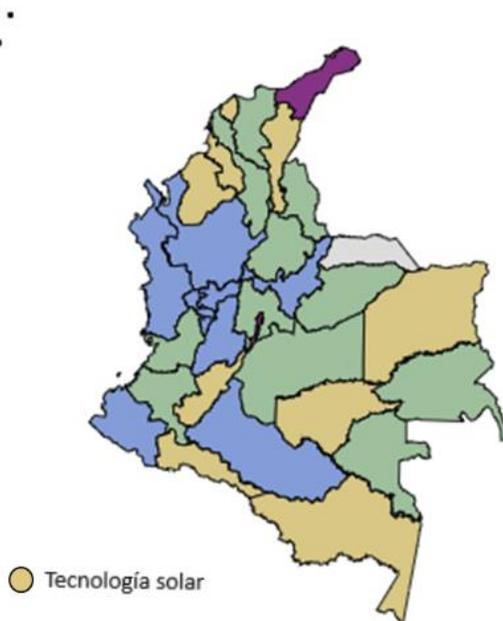


Fuente: (UPME, 2018)

Proyectos registrados por departamentos

Existen 9 departamentos (ver Ilustración 13) que lideran en proyectos registrados vigentes para tecnología solar dentro del periodo de enero de 2015 a marzo de 2018. Entre ellos se encuentra Huila con un total de 19 proyectos, de los cuales ninguno entra en el rango de potencia de 1 – 10 MW.

Ilustración 13. Distribución tecnológica por departamento



Fuente: (UPME, 2018)

Se aprecia en la Tabla 15 los departamentos con proyectos de rango de potencia 1 – 10 MW. Los municipios Los Patios (Norte de Santander) y Melgar (Tolima) cuentan con proyectos en estado de fase 1 de capacidad de 6 MW y 6,8 MW respectivamente. Estos tienen una capacidad similar a la planta que se pretende montar en Aipe, Huila.

Tabla 15. No. de proyectos con tecnología solar por departamento de rango de potencia 1-10MW

Departamento	Cantidad de proyectos	Rango de potencia
Bolívar	7	1 – 10 MW
Tolima	4	
Atlántico	2	
Cesar	2	

Departamento	Cantidad de proyectos	Rango de potencia
Sucre	2	
Amazonas	1	
Antioquia	1	
Cundinamarca	1	
Guainía	1	
Norte de Santander	1	

Fuente: elaboración propia basado en la información de (UPME, 2018)

Por otro lado, en la Tabla 16 se describen los rangos de potencia de los proyectos registrados en el Huila, sitio donde no se presencia ningún proyecto ubicado en el municipio de Aipe.

Tabla 16. Rango de potencia de proyectos registrados en el Huila

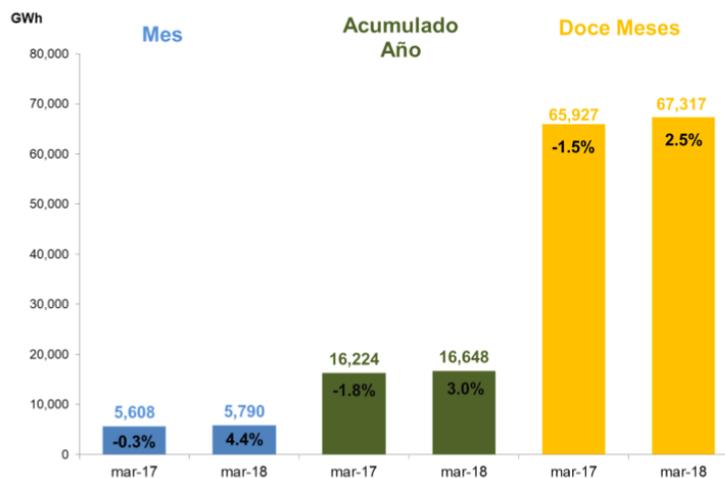
Rango de potencia	Cantidad de proyectos	Departamento
50 – 100 MW	1	Huila
10 – 20 MW	5	
0 -1 MW	13	

Fuente: elaboración propia basado en la información de (UPME, 2018)

Demanda

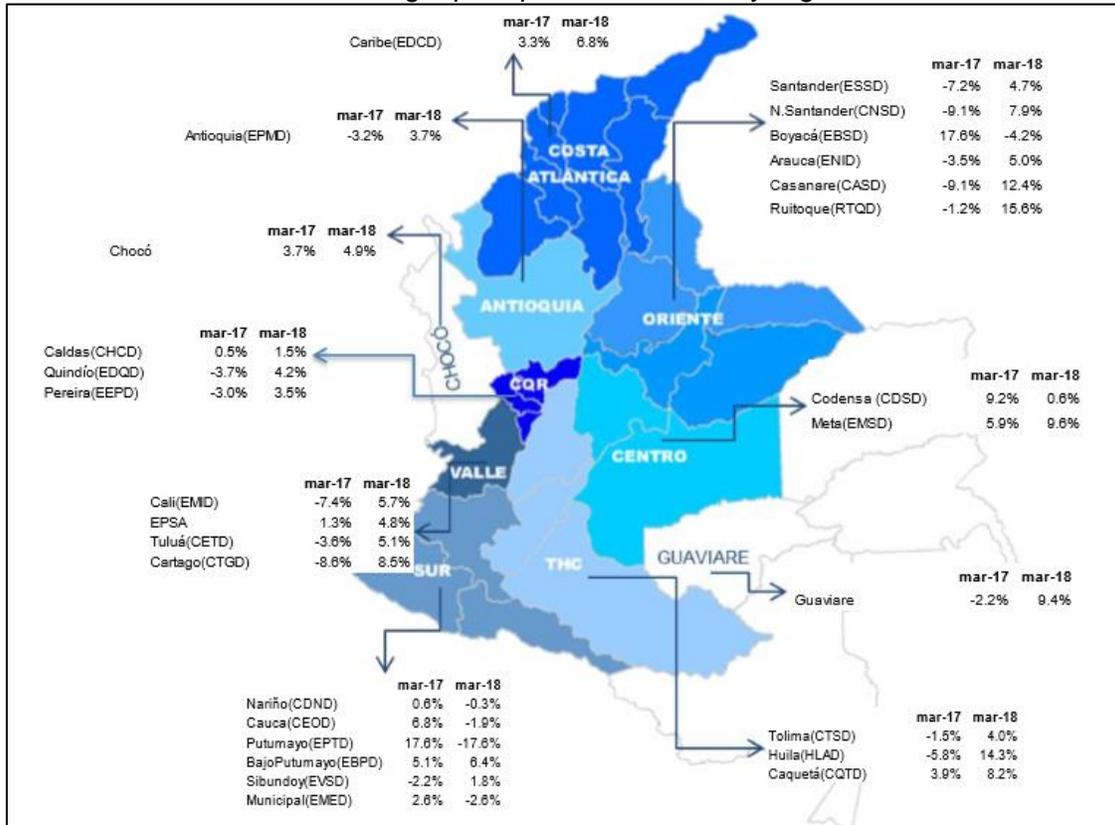
Para el mes de marzo de 2018 la demanda energética aumentó a un 4,4% (ver *Ilustración 14*). De este porcentaje la región con mayor crecimiento respecto al mes de marzo de 2017 fue “THC” (ver *Ilustración 15*) con un 8,1% representado por Tolima (4,0%), Huila (14,3%) y Caquetá (8,2%).

Ilustración 14. Demanda de energía del SIN marzo 2018



Fuente: (XM, 2018)

Ilustración 15. Demanda de energía por operadores de red y región marzo 2018



Fuente: (XM, 2018)

Lo anterior indica que en el departamento del Huila hay una alta posibilidad de ejecutar proyectos energéticos como el montaje de la planta de paneles solares, debido al crecimiento de la demanda.

3.1.11 Proyectos de generación conectados al SIN en el 2023

Se espera que para el año 2023 el sistema eléctrico colombiano presente cambios importantes en su matriz energética, contando con más de 3 GW en fuentes renovables no convencionales. (XM, s.f.)

3.1.1.2 Análisis de competitividad

En el marco en el que se desenvuelve este proyecto se centra en el análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

3.1.14.2 Estrategias DOFA

Enseguida se formulan estrategias que permiten potencializar las fortalezas y oportunidades, evitar o reducir las debilidades y proyectar las contingencias para afrontar las amenazas.

FO-1: Teniendo en cuenta el conocimiento técnico del funcionamiento de una planta de energía eléctrica por medio de paneles solares, fortalecer el conocimiento a los integrantes en la importancia ambiental que contiene el proyecto y profundizar en el tema de emisión de gases efecto invernadero específicamente en el área de energía solar.

FO-2: Tomando como base la profesión administrativa y financiera de uno de los integrantes del proyecto, se debe ahondar en el tema de facturación energética para la ejecución del proyecto..

FA-1: Las habilidades en gerencias de proyectos, la experiencia en el sector energético y una asesoría ambiental preverán algún tipo de restricción para las instalaciones fotovoltaicas.

FA-2: Contar con un estudio de otra área perimetral en caso tal que existan interesados en realizar un proyecto similar o con diferentes características en el área seleccionada.

DO-1: Teniendo en cuenta que el recurso natural con mayor intervención en Colombia es el recurso renovable en el cual la fuente de energía solar cuenta con un 0,03% de participación, investigar, aprender y analizar proyectos ejecutados de montaje de una planta eléctrica por medio de paneles solares, con características similares a la planta que se pretende montar en el municipio de Aipe con una capacidad de hasta 5MW.

DA-2: Mensualmente revisar la normatividad relacionada a la energía solar para prever cualquier inconveniente.

DA-3: Ampliar la red de contactos participando en reuniones de la alcaldía y consultando posibles proyectos con características similares.

DA-4: Estar atento a las convocatorias de ElectroHuila para participar y dar cumplimiento a todos los requerimientos con antelación.

3.1.3.3 Estrategias de comercialización actual

Las estrategias de comercialización se distribuyen de acuerdo con las 4p's, en el siguiente cuadro se observa la descripción de estas, en relación con el montaje de la planta.

Tabla 17. Descripción de las 4p's

Nombre de P	Descripción
Producto	<p>Se venderá energía eléctrica proveniente de la energía solar a la subestación eléctrica de Aipe perteneciente a la empresa ElectroHuila. La energía que se obtiene de la radiación del sol, se convierte en energía eléctrica mediante los paneles solares que generan electricidad incluso en días nublados.</p> <p>Entre los componentes principales del sistema solar fotovoltaico están: los paneles solares, la estructura de apoyo, el inversor, el transformador y el cableado.</p> <p>La energía solar cuenta con varios beneficios: es un recurso limpio que genera menos gases efecto invernadero en comparación con otras energías, es asequible a zonas que no tienen acceso a la electricidad, el costo a largo plazo de la energía es bajo en comparación con otras fuentes tradicionales, genera riqueza y empleo local, es una fuente inagotable renovable no contaminante.</p>
Precio	<p>El precio de la energía en Colombia varía haciendo que la etapa de generación sea más costosa, ya que, si bien la energía de las hidroeléctricas y termoeléctricas a carbón son baratas, solo alcanzan a cubrir el 70% de la demanda energética. Para suplir la demanda restante se acude a la bolsa de energía donde el precio se establece de acuerdo con el valor de la última oferta del recurso despachado más el precio establecido por la bolsa provocando que la energía sea más costosa. (Dinero, 2015)</p> <p>Bajo esta condición, para poder bajar los precios de la energía se requieren MW adicionales a la producción estimada proveniente de fuentes más baratas. Teniendo en cuenta lo anterior, con el sistema fotovoltaico que se pretende montar la oferta energética a ElectroHuila sería</p>

Nombre de P	Descripción
	<p>más baja en comparación con el de las de las plantas ineficientes (Dinero).</p> <p>Los precios son calculados bajo lo establecido en el Resolución CREG 024 de 1995 Anexo A-3.</p>
Punto de venta	<p>Se contempla la posibilidad de instaurar la oficina principal en un lugar apropiado del área en la que se montará la planta fotovoltaica. La decisión de ubicar la oficina en Aipe se debe a que ElectroHuila se sitúa en Neiva, lo que reduce costos y facilita tramites que se deban realizar con la empresa; además, desde este punto se podrá gestionar el área administrativa y operativa permitiendo agilizar procedimientos necesarios para el desarrollo del proyecto.</p> <p>La venta de la energía se realizaría por medio de las convocatorias que la empresa ElectroHuila ofrece para contratar suministro de energía eléctrica.</p>
Promoción	<p>Si se llegara a realizar el montaje de la planta, se participaría en convocatorias de ElectroHuila con el fin de promocionar la energía generada por la planta. Por ejemplo, en este año 2018, se encuentra la convocatoria pública EHUI-SC-080-2017 “solicitud de ofertas para compra de energía con destino al mercado”. Para este caso los términos de referencia se dan a conocer en la página web de ElectroHuila y los documentos que exigen son:</p> <p>Carta de presentación de la oferta firmada por el proponente aceptando expresamente los términos de referencia y sus modificaciones.</p> <p>Póliza de garantía de seriedad de la oferta en original y recibo de pago de la prima en original.</p> <p>Oferta con todos sus anexos en original.</p> <p>Certificado de inscripción y paz y salvo ante el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales – ASIC SIC como agente activo del Mercado de Energía Mayorista (Generador y/o Comercializador) con fecha de expedición no mayor a un mes.</p> <p>Certificado de existencia y representación legal con fecha de expedición no superior a 30 días.</p> <p>Constancias de la Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME de inscripción si el proponente tiene proyectos de generación registrados ante esta entidad y que hayan</p>

Nombre de P	Descripción
	<p>terminado el estudio de factibilidad técnica y financiera de cada uno de los proyectos considerados en su propuesta a la fecha de vencimiento del plazo de presentación de las propuestas.</p> <p>Registro Único Tributario – RUT. Fotocopia de la cédula del Representante Legal.</p> <p>El siguiente link permite consultar los procesos de contratación que están en curso: http://www.electroHuila.com.co/Contratacion .aspx.</p>

Fuente: elaboración propia

3.1.2 Alternativas analizadas

- Ya existe la generación eléctrica solar instalada al SIN, representada por 0,01GW solares, lo que indica que el proyecto pueda ser llevado a cabo en este aspecto.
- La planta que se pretende instalar cuenta con una potencia pico apta para ayudar a la generación eléctrica en el Huila, dado que allí la demanda energética es alrededor de 100MW soportada por centrales hidroeléctricas. Una vez instalada la planta, si es necesario y permanece el crecimiento de demanda energética, se podría considerar la opción de ampliar la capacidad de generación.
- En Aipe, la opción del montaje de la planta es de alta viabilidad, ya que el área cuenta con una radiación solar de alrededor 5,5 kWh/m². A nivel mundial se han implementado numerosas plantas y las zonas poseen en promedio una radiación de 3,9 kWh/m²/d.
- Por otro lado, se encuentran 22 proyectos vigentes inscritos en la UPME dentro del rango de 1-10MW pero ninguno en el Huila. Una ventaja es que en Aipe no existe una planta solar de potencia de 5MW pero como desventaja, no es posible obtener una referencia del desarrollo y comportamiento de estas plantas en el lugar de influencia.
- En cuanto a los proyectos registrados dentro del periodo 2007 – 2017 en la UPME, de 437 proyectos solares inscritos hay vigentes 353 y de 577 proyectos hidráulicos registrados solo hay 128 vigentes. Los proyectos que no están vigentes son los que no han solicitado cambio de fase ante la UPME. De acuerdo con los resultados de los proyectos vigentes descritos, se puede analizar que para este periodo los proyectos solares tienen mayor probabilidad y factibilidad de llevar un continuo desarrollo en la ejecución del proyecto y permanecer vigente en comparación con los proyectos hidráulicos.
- La demanda energética en el Huila tuvo un crecimiento de 14,3% y en Colombia se espera para el 2023 que se cuente con más de 3GW de energía proveniente

de fuentes renovables conectada al SIN, dando alcance a la instalación de la planta de 5MW.

- La energía que se venderá ayudará a satisfacer necesidades de la población que se beneficia de la distribución eléctrica proveniente de la subestación eléctrica.

3.1.3 Recomendaciones

3.1.3.1 Análisis de oferta y demanda

- Periódicamente consultar la demanda energética existente especialmente en el Departamento del Huila.
- Constantemente examinar proyectos que estén ofreciendo energía solar especialmente en el Departamento del Huila y su vigencia.
- Basándose en los puntos anteriores, si llega a ser viable el montaje del sistema, generar un análisis de oferta y demanda antes de iniciar con el proyecto.

3.1.3.2 Análisis de competitividad

- Contar con un estudio de otra área perimetral en caso tal que existan interesados en realizar un proyecto similar o con diferentes características en el área seleccionada.
- Al tener contactos en el medio y si es posible, investigar los precios que ofrecen empresas que estén participando en convocatorias para vender energía que cuenten con instalaciones de sistemas fotovoltaicos.
- Averiguar casos de éxito de empresas que hayan sido contratadas para generar energía.

3.1.3.3 Estrategias de comercialización actual

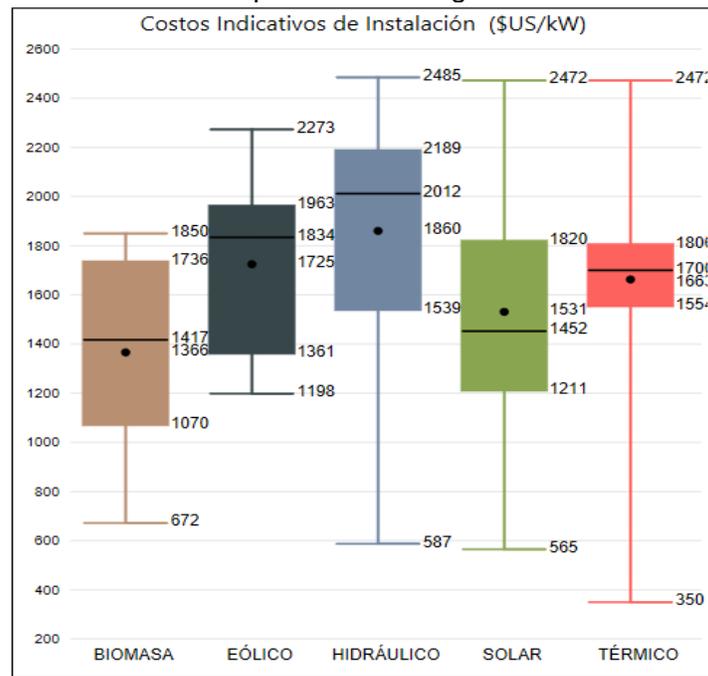
- Consolidar una empresa que genere respaldo en el momento de participar en la convocatoria.
- Detallar convocatorias de ofertas para compras de energía de este modo analizar y familiarizarse con los requisitos básicos descritos en estas y poder realizar el debido cumplimiento.
- Se recomienda investigar detalladamente un caso similar para analizar las acciones que se deben tomar en cuanto a la instalación de la energía al SIN.

3.1.4 Costos y beneficios

3.1.4.1 Costo de instalación por fuente energética

En la ilustración 16 se muestra una gráfica de intervalos de costos la instalación de los sistemas tecnológicos. Se evidencia que las instalaciones más económicas son “biomasa” seguido de “solar”. Para el cálculo de costos expresado en unidades de \$US/kW, se tuvieron en cuenta un número de muestras por fuente energética demostrado en la Tabla 18.

Ilustración 16. Costos de instalación por fuente energética



Fuente: (UPME, 2018)

Tabla 18. No. de muestras para la obtención de costos de la instalación de sistemas energéticos

Sistema tecnológico	No. de muestras	Costo promedio (\$US/kW)
Biomasa	8	1366
Eólico	6	1725
Hidráulico	70	1860
Solar	176	1531
Térmico	11	1663

Fuente: elaboración propia basado en la información de (UPME, 2018)

3.1.4.2 Costo instalación sistema solar en Aipe, Huila

Teniendo en cuenta la Tabla 18 el montaje de una planta con capacidad de hasta 5MW de energía eléctrica a través de paneles solares en el municipio de Aipe, Huila es aproximadamente de US\$7,655,000 lo equivalente a \$21,367 millones de pesos. Este dato se obtuvo de la multiplicación del costo promedio (\$US/kW) evidenciado en la Tabla 18 del sistema tecnológico solar y la capacidad de la planta proyectada a montar en unidades de kW, en este caso 5000kW.

3.1.4.3 Precio venta energía

Para los autogeneradores que cuentan con instalaciones de capacidad mayor a 100kW, el precio de venta de cada kilovatio entregado a la red será de aproximadamente el 40% del precio del costo del servicio de energía (Portafolio , 2018).

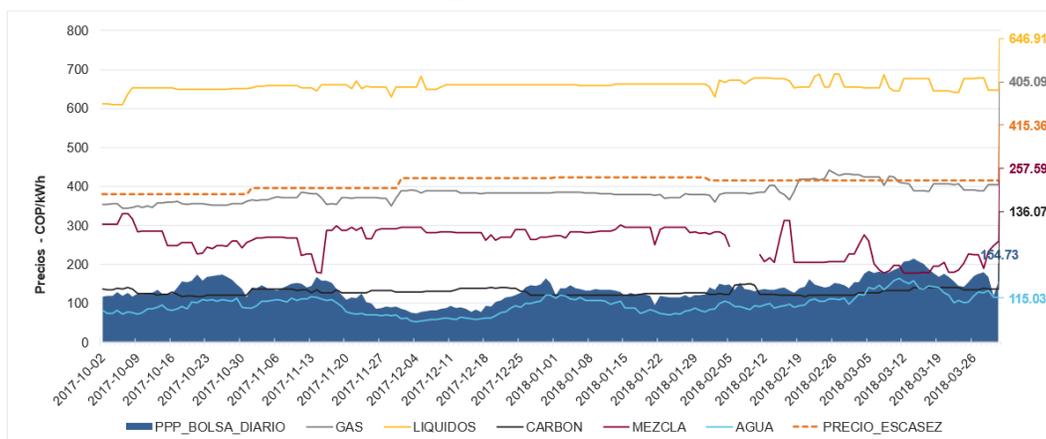
3.1.4.4 Precios y transacciones de acuerdo con XM

A continuación, se presenta una serie de gráficas que representan los precios relacionados con el sector energético.

3.1.18.5 Precios de oferta categoría combustible

En esta tabla se puede observar que no existe categoría solar y la única categoría de energía renovables el precio de oferta de la categoría agua que es el más bajo en relación con la categoría de líquidos. Esto puede deberse a que aún no existe la cantidad suficiente de proyectos para ofrecer precios.

Ilustración 17. Precios de oferta categorías de combustible



Fuente: (XM, 2018)

3.1.18.6 Volatilidad diaria del precio de bolsa

Para el mes de mayo el precio de bolsa promedio tuvo un pico con un valor aproximado a \$200 COP/kWh. Se aprecia que desde el mes de octubre a marzo del 2018 la volatilidad no ha sido de gran variabilidad lo que puede indicarnos un estimado del mes abril y mayo.

Ilustración 18. Volatilidad diaria móvil del precio de bolsa promedio ponderado por demanda

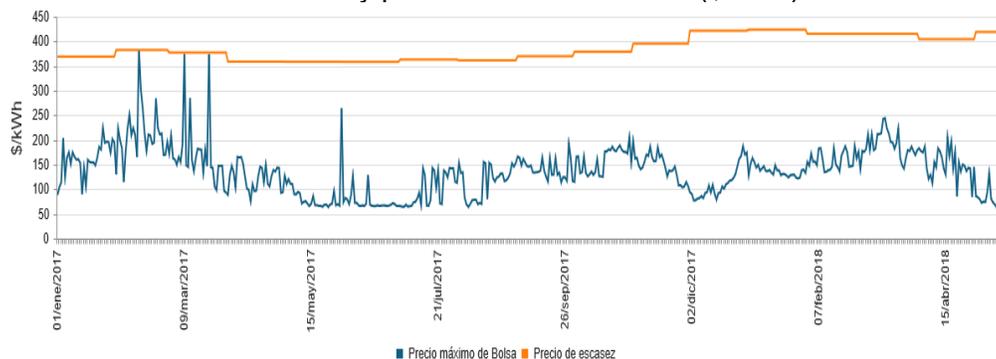


Fuente: (XM, 2018)

3.1.18.7 Precio de escasez y máximo de bolsa

El precio máximo de bolsa para el mes de abril disminuyó aumentando el precio de escasez, este precio se encuentra en valor aproximado de \$150/kWh. Desde el mes de enero de 2017 hasta abril de 2018 el precio ha oscilado entre \$60 a \$370/kWh.

Ilustración 19. Precio de escasez y precio máximo de bolsa (\$/kWh)



Fuente: (XM, 2018)

3.1.4.5 Beneficios

Este proyecto de generación eléctrica a través de paneles solares tiene los siguientes beneficios:

- El costo promedio de instalación de este sistema energético (\$US/Kw 1531) es el segundo más económico después de la biomasa en comparación con los otros sistemas tecnológicos.
- Respaldo al sistema energético nacional.
- Aprovechamiento de los beneficios que brinda el gobierno mediante la ley 1715 de 2014
- Cuando se tiene una mayor oferta de energía, el precio del Kw/h baja, lo cual beneficia a todos los consumidores del territorio nacional.

3.1.5 Conclusiones

- El municipio de Aipe se encuentra ubicado en una zona que, de acuerdo al mapa de radiación solar emitido por el IDEAM, está entre 5,0-5,5 kWh/m² lo cual es muy conveniente para el desarrollo del proyecto.
- En esta zona de Aipe, no se tienen proyectos con este alcance de hasta 5 MW, por lo tanto, es una buena oportunidad para su desarrollo e inclusión en el mercado energético
- Se concluye que la razón diferencial de los proyectos inactivos solares con respecto a los hidráulicos es por el costo de instalación ya que el montaje de una planta solar es más económico que una planta hidráulica.
- Para la comercialización, Electro Huila, está trabajando en proyectos de investigación y desarrollo para la producción de energía mediante paneles solares y le está haciendo una invitación a los pequeños grupos para que presenten sus proyectos, lo cual es una oportunidad que se debe aprovechar.

3.2 ESTUDIO TÉCNICO

3.2.1 Hallazgos

Los hallazgos se encuentran categorizados por los componentes abordados en el estudio técnico, ingeniería y tecnología, tamaño y capacidad. Los hallazgos más relevantes son:

- Identificación de las empresas que han desarrollado este tipo de proyectos con éxito en Colombia.
- Tipos de sistemas fotovoltaicos
- Tipos de tecnologías más eficientes
- Definición de la localización

3.2.1.1 Ingeniería y tecnología

Enseguida se muestran los principales hallazgos en relación con definición de procesos, mano de obra, maquinaria, equipos, materia prima y materiales requeridos para el montaje de una planta de energía eléctrica por medio de paneles solares. Posteriormente se analizan los equipos materiales y procesos que se adecuan a la planta de 5MW.

Casos exitosos en Colombia del montaje de sistema fotovoltaico conectado a la red

Existen diversas empresas ubicadas en Colombia dedicadas al diseño, planeación, ejecución, instalación y capacitación de proyectos de energía solar. Unas de estas empresas son:

Tabla 19. Casos de éxito

Empresa	Descripción	Proyectos relacionados a sistemas fotovoltaicos en Colombia
Celsia	Empresa dedicada a la generación, transmisión y distribución de energía.	Celsia Solar-Yumbo: primer parque solar conectado a la red de 9,8 MW con 35,000 paneles.
Hybrytec	Diseñan, comercializan e instalan soluciones de Energía Solar fotovoltaica y térmica. Tienen el compromiso de facilitar el acceso a la energía solar a todo nivel.	Codensa-Bogotá: Sistema solar fotovoltaico de 42,00 kWp conectado a la red con un total de 168 paneles de 250Wp. Pascual Bravo-Medellín: Sistema solar fotovoltaico de 22,00 kWp

Empresa	Descripción	Proyectos relacionados a sistemas fotovoltaicos en Colombia
		conectado a la red con un total de 36 paneles de 250Wp.
Solargreen	Empresa encargada en realizar proyectos de energía solar en Colombia y otras partes del mundo como España.	En Colombia tienen proyectos en desarrollo como: Bosques solares de Los Llanos 99,5MWn, Bosques solares de Altamira 99,5MWn, Bosques solares de Colombia 139,3MWn, Bosques solares de Bolívar 500 99,5MWn, Bosques solares de Sabana Larga 99,5MWn, Bosques solares de Chinu 99,5MWn.

Tabla elaboración propia, información tomada de:
(Hybrytec, s.f.), (Celsia, s.f.), (Solargreen, s.f.).

Tipos de sistemas fotovoltaicos según su conexión

Las aplicaciones de energía solar son variadas y se separan en dos grandes grupos definidos a continuación.

Sistema fotovoltaico aislado

Este sistema capta energía solar por medio de los módulos solares, es transformada en energía eléctrica y almacenada en baterías para después usarlas en lugares alejados a la red de distribución eléctrica como casas de campo o refugios de montaña.

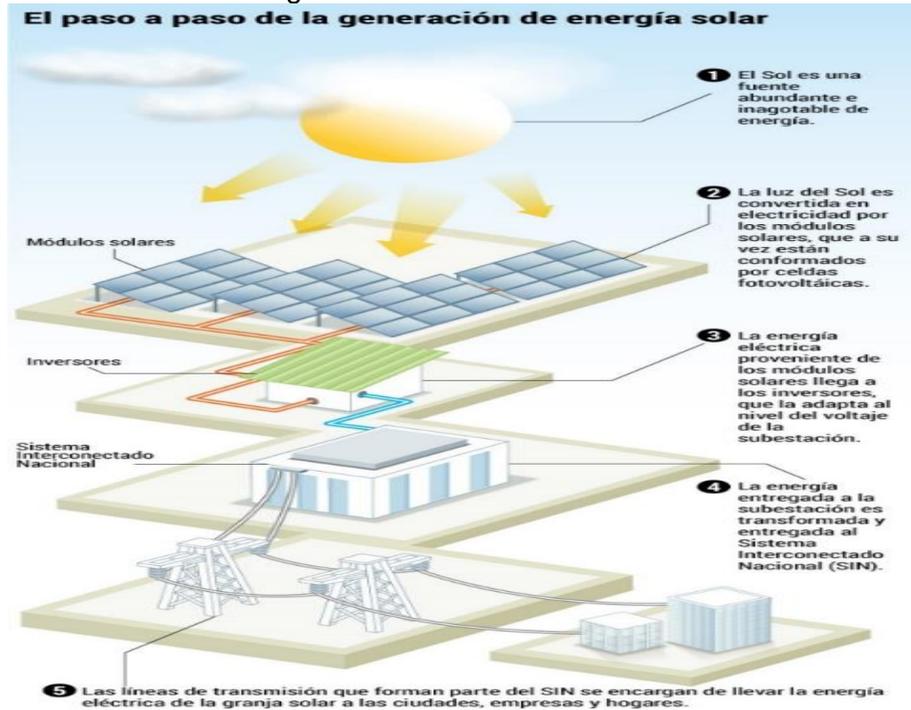
Sistema fotovoltaico conectado a la red

En este sistema la energía eléctrica es inyectada directamente a la red de distribución eléctrica por medio de un inversor. Estas instalaciones no poseen baterías ni reguladores. El proceso de generación como se puede ver en la ilustración consiste en:

- Capturar la luz solar por medio de módulos solares los cuales liberan energía que se convierte en electricidad en forma continua.
- La corriente continua es transformada en corriente alterna mediante un inversor.

- La energía alterna es transportada a la subestación eléctrica, donde se encuentran los transformadores que elevan el voltaje al nivel de tensión solicitado.
- En la subestación transportan la energía al Sistema Interconectado Nacional, el cual se encarga de realizar la distribución.

Ilustración 20. Generación energía solar conectada a red



Fuente: (El Espectador, s.f.)

Componentes del sistema fotovoltaico conectado a la red

Módulos fotovoltaicos

Están compuestas por células que se encargan de capturar la luz solar para garantizar la producción de energía eléctrica. Partículas luminosas con energía (fotón) se convierten en una energía electromotriz (voltaica). La red de células está unida entre sí como circuito en serie, de esta forma suman la potencia alcanzando la potencia nominal del módulo. (Energiza, s.f.)

Tipos de módulos fotovoltaicos

Celdas esféricas: es una red de pequeñas células solares esféricas compuestas por pequeñas partículas de silicio que tienen la capacidad de absorber la radiación solar en cualquier ángulo.

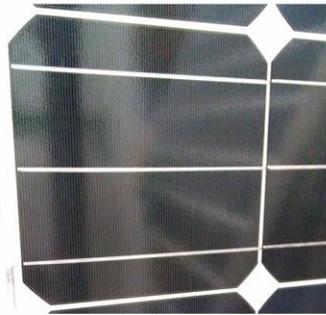
Ilustración 21. Células esféricas



Fuente: (Energiza, s.f.)

Celdas Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular o hexagonal). Estos cuentan con mayores tasas de eficiencia ya que se fabrican con silicio de alta pureza. La eficiencia de los paneles está por encima del 15% y suelen funcionar mejor que los paneles policristalinos de características similares en condiciones de poca luz. Son más caros que otros tipos de celdas. (Energiza, s.f.)

Ilustración 22. Células monocristalinas

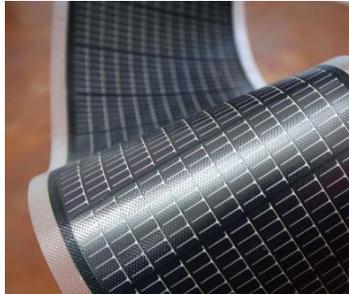


Fuente: (Auto Solar, 2017)

Celdas Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas. La eficiencia del panel se sitúa entre 13 y 16% y el precio es menor. Se requiere de mayor espacio para ubicar los paneles policristalinos que los monocristalinos. (Energías renovables, 2014)

Celdas de capa fina: cuando el silicio no se ha cristalizado. Presentan una eficiencia del 7 al 13%, tienen gran potencial para uso doméstico y son económicos. Requieren más espacio que los otros tipos de celdas. (Energías renovables, 2014)

Ilustración 23. Celdas amorfas



Fuente: (Energías renovables, 2014)

Parámetros eléctricos

- **Corriente de cortocircuito (I_{sc}):** es la máxima intensidad que se genera en el panel cuando no está conectada ninguna carga y se cortocircuitan sus bornes.
- **Tensión de circuito abierto (V_{oc}):** es la máxima tensión que proporciona el panel cuando no hay conectada ninguna carga entre los bornes del panel y dichos bornes están al aire.
- **Punto de máxima potencia (I_{mpp} , V_{mpp}):** es el punto para el cual la potencia entregada es máxima, obteniéndose el mayor rendimiento posible del panel.
- **Factor de forma (FF):** Es la relación entre la potencia máxima que el panel puede entregar y el producto de la corriente de máxima potencia (I_{mpp}) y la tensión de máxima potencia (V_{mpp}). Este parámetro sirve para conocer la curva característica I-V de los paneles.
- **Eficiencia y rendimiento (η):** es el cociente entre la potencia máxima que el panel puede entregar y la potencia de la radiación solar incidente. Dependiendo de la tecnología utilizada a la hora de la fabricación del panel puede llegar hasta el 18% un $FF > 0,75$, lo que confirma que cuanto más alto es el FF, más calidad tiene el panel.
- **Los parámetros fundamentales de un panel solar deben medirse siempre bajo series de condiciones de trabajo aceptadas definidas por:**
 - Irradiancia: 1000 W/m²

- Masa aire: 1,5 AM
- Temperatura: 25°C (Sunfields, s.f.)

Criterios para elegir un módulo fotovoltaico

- **Potencia:** cada panel cuenta con diferente potencia y esta hace referencia a la potencia máxima que el panel puede alcanzar. Teniendo en cuenta la magnitud de capacidad de la planta que se quiere montar, la potencia del panel deseado es alrededor de 300W.
- **Eficiencia:** hace referencia a la potencia que es capaz de producir el panel, respecto a la potencia irradiada sobre el mismo. Si el área de instalación es muy reducida, se debe elegir un panel con mayor eficiencia.
- **Tamaño del panel:** hay que tenerlo en cuenta dimensionar la distribución de los paneles y espacio que ocuparán.
- **Precio:** es una variable importante por lo cual hay que cotizar a diferentes proveedores para comparar precios.
- **Recurso comercial:** se debe asegurar que haya disponibilidad del producto en el sitio a comprar y también sea suministrado por otros proveedores.
- **Información técnica:** investigar acerca del proveedor, su experiencia y lugar de contacto. El producto debe estar descrito con todas las especificaciones, cumplir con los estándares de calidad y tener una garantía. (Monsolar, s.f.)

3.2.9 Estructuras de soporte

Existen sistemas de montaje en piso, estos son utilizados usualmente en instalaciones de media a gran escala o en sistemas independientes de pequeña escala donde no hay espacio de techo disponible. Hay tres tipos de montajes de piso: sobre armazón, montados en poste y con cimientos. (Globalem, 2016)

Ilustración 24. Tipos de soporte



Fuente: (Globalem, 2016)

Parámetros para la ubicación del soporte

El área en el que se ubicará el sistema fotovoltaico no puede recibir sombras durante el día ni en ningún período del año. (UPME, 2003) “el módulo o el campo fotovoltaico debería orientarse de tal manera que las regiones de Colombia que están en el hemisferio norte tengan una inclinación no mayor de 15° con respecto a la horizontal y orientados hacia el sur. Para las regiones ubicadas en el hemisferio sur la inclinación no debería ser mayor de 12° con respecto a la horizontal y orientados hacia el norte. En todo caso, se recomienda que la inclinación no sea menor de 10°.” (UPME, 2003)

Parámetros para la instalación de la estructura

- Las estructuras sobre el suelo deben anclarse sobre cimentaciones de hormigón.
- La estructura tiene que fijarse con tornillos introducidos en el hormigón cuando se está realizando la cimentación.
- La tornillería deberá ser de acero inoxidable o estar galvanizada.
- En caso de los módulos móviles, la fijación deberá permitir el movimiento sin que se transmitan esfuerzos de dilatación.
- Las filas de módulos deberán situarse perfectamente alineados y con una distancia entre ellos suficiente para la colocación de las conexiones de cableado entre módulos y demás elementos.
- Cuando los módulos presenten cierta inclinación, se debe dejar una separación mínima entre los módulos de 3cm aproximadamente, y así permitir el paso del aire y disminuir las cargas del viento sobre los módulos. Tomado textualmente de: (Pérez, 2011)
- El anclaje y rigidez deben ser suficientemente fuertes como para soportar cargas eólicas generadas con vientos de hasta 80 km/h. (UPME, 2003)

Inversor fotovoltaico

Se encarga de adaptar la corriente generada por los módulos a condiciones diferentes de consumo eléctrico, es decir, transforma la corriente continua de los

módulos fotovoltaicos en corriente alterna y la transporta a la red eléctrica. (Autosolar, s.f.)

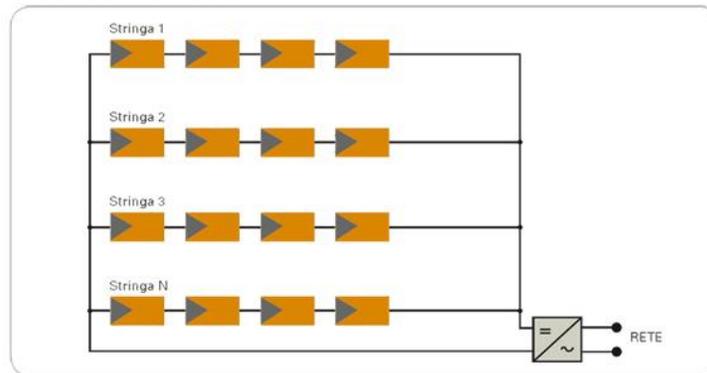
Tipos de inversor fotovoltaico

La energía eléctrica emitida por los paneles fotovoltaicos puede ser procesada por tres tipos de inversores:

Inversor centralizado

Un único inversor se encarga de controlar toda la instalación, las cadenas o strings de módulos conectados en serie están reunidas en una conexión en paralelo. La instalación del inversor tiene la ventaja de ser simple, reducir el número de conexiones y costos de mantenimiento. (Aros solar technology)

Ilustración 25. Inversor centralizado

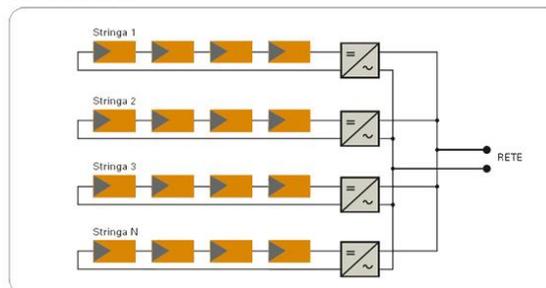


Fuente: (Aros solar technology)

Inversor de cadena o descentralizado

Cada cadena de módulos tiene su propio inversor, es apropiado para campos solares con diferentes condiciones de radiación.

Ilustración 26. Inversor de cadena

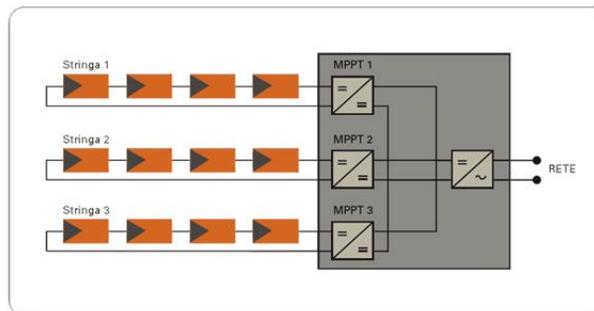


Fuente: (Aros solar technology)

Inversor multicadena

Es una combinación entre los inversores centralizados y los de cadena. Permite la conexión de dos o tres cadenas con orientaciones, inclinaciones y potencias diferentes para cada unidad. “Del lado del generador corriente continua (CC) las cadenas están conectadas a entradas específicas controladas por el seguidor de punto de máxima potencia (sigla en inglés MPPT) independientes y del lado de la introducción en la red funcionan como un inversor centralizado optimizando el rendimiento.” (Aros solar technology)

Ilustración 27. Inversor multicadena



Fuente: (Aros solar technology)

Características de funcionamiento que definen un inversor o convertidor DC – AC

- Potencia Nominal (kW).
- Tensión Nominal de Entrada (V).
- Tensión Nominal de Salida (V).
- Frecuencia de operación (HZ).
- Rendimiento (%). (Pérez, 2011)

Recomendaciones para elegir el inversor

- Disponer de un sistema de medida para la energía consumida y suministrada.
- Ser capaz de interrumpir o reanudar el suministro, dependiendo del estado de los captadores solares.
- Adaptación, de la CA producida, a la fase de la red. (Pérez, 2011)
- Debe de mantener el inversor desconectado por 5 minutos después de una pérdida de voltaje en la red.

- El inversor debe ser capaz de transformar distintas tensiones continuas dentro de un rango determinado ya que la tensión de entrada no siempre será constante.
- La potencia nominal del inversor debe ser superior a la que demande la corriente de AC.

Transformador

El transformador para instalaciones fotovoltaicas hace de enlace entre uno o más inversores de los paneles fotovoltaicos y la línea de distribución. (GBE, s.f.)

Cableado

La selección del cableado incluye los siguientes criterios: máxima caída de voltaje permitida, la ampacidad mínima que debe poseer el conductor, la capacidad de acople con los terminales MC4 y el máximo voltaje al cual deberá someterse el cableado, dependiendo de la radiación que perciban los paneles solares. Sin embargo, el cableado recomendado para instalar en la interconexión de los paneles de energía fotovoltaica se conoce como 'cable solar' el cual ofrece protección anti abrasiva y contra rayos ultravioleta por lo que no requiere de conductos adicionales para su instalación. (Globalem, s.f.)

Tubería

Si el cableado no tiene protección contra los rayos UV deberá insertarse al interior de la tubería. Existen dos tipos de tubería. El primero es Eléctrical Metal Tubing que es para brindar protección en lugares de baja abrasión en zonas urbanas y rurales; el segundo es Intermediate Metal Conduit usado para áreas áridas o cercanas al mar. (Globalem, s.f.)

Ilustración 28. Tubería metálica



Fuente: (Globalem, s.f.)

Terminales MC4

Son usados para realizar las conexiones entre paneles fotovoltaicos, cuentan con un dispositivo de acople que evita el contacto con la terminación eléctrica protegiendo de peligros.

Ilustración 29. Terminales MC4



Fuente: (Globalem, 2016)

Breaker

Los breakers interrumpen el flujo eléctrico si hay demasiada electricidad, es decir interrumpen el flujo eléctrico hasta que el problema sea solucionado.

Sistema de protección

En todo sistema fotovoltaico debe existir elementos de protección como:

- **Equipo de protección de grupo de paneles**

Protege eléctricamente los módulos fotovoltaicos de posibles sobretensiones y sobreintensidades. Cuenta con interruptor de corte de carga que permite cortar la línea del grupo de paneles con el fin de realizar correcciones o prevenciones de la zona. (Cahors)

- **Equipo de protección grupo inversores**

Protege eléctricamente los módulos fotovoltaicos de posibles sobretensiones y sobreintensidades. Cuenta con un interruptor de corte de carga para cortar una determinada zona o una instalación completa con el fin de realizar tareas de mantenimiento correctivas o preventivas. (Cahors)

- **Equipo de protección salida de inversor**

Protege eléctricamente la línea desde la salida del inversor hasta la entrada del equipo de protección y medida que es regulado por la compañía eléctrica. (Cahors)

Conexión a la red eléctrica

Para el sistema fotovoltaico conectado a red, se necesita de un punto de recepción de energía eléctrica en baja tensión. El punto de conexión debe estar a una distancia admisible para cableado y el equipo de captación de datos y comunicaciones cerca del cuarto de instalación de los inversores.

3.2.1.2 Localización

- La radiación solar debe ser alta para que la planta pueda llegar a su potencia máxima generación.
- El terreno debe estar cerca de carreteras para que puedan circular vehículos industriales.
- Debe existir una subestación eléctrica cerca para el traspaso de energía generada en la planta, de no ser así se podrían generar sobrecostos de tendido eléctricos de alta tensión y permisos.
- La superficie debe ser lo menos irregular posible para reducir costos por modificación del terreno.
- El área del lote debe tener la capacidad suficiente para la instalación de la planta fotovoltaica.

Posición del sol en Aipe, Huila

En la siguiente tabla se muestra la elevación y azimut de la ubicación del terreno. La elevación será usada para obtener la distancia de las filas de paneles.

Tabla 20. Posición del sol en Aipe

Ubicación:	Neiva - Espinal, Aipe, Huila, Colombia	
hora	Elevación	Azimut
6:49:19	-0.833	71.24
7:00:00	1.69	71.39
8:00:00	15.89	71.5
9:00:00	30.05	70.26
10:00:00	44.01	66.97
11:00:00	57.43	59.52
12:00:00	69.15	41.18
13:00:00	74.54	357.61
14:00:00	68.23	316.4
15:00:00	56.25	299.59
16:00:00	42.76	292.69
17:00:00	28.78	289.65
18:00:00	14.62	288.56
19:00:00	0.42	288.8
19:05:19	-0.833	288.88

Fuente: (Sun Earth Tools, s.f.)

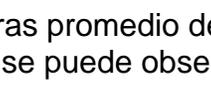
A continuación, se detallan las horas promedio de sol mensuales en el Municipio de Aipe. En la  se puede observar el promedio de todos los años

Tabla 21. Horas promedio sol Aipe

Mes	Horas promedio de sol
Enero	5 – 6
Febrero	5 – 6
Marzo	4 – 5
Abril	4 – 5
Mayo	5 – 6
Junio	4 – 5
Julio	5 – 6
Agosto	5 – 6
Septiembre	5 – 6
Octubre	5 – 6
Noviembre	5 – 6
Diciembre	6 – 7
Promedio	5 – 6

Fuente: elaboración propia basado en (UPME, s.f.)

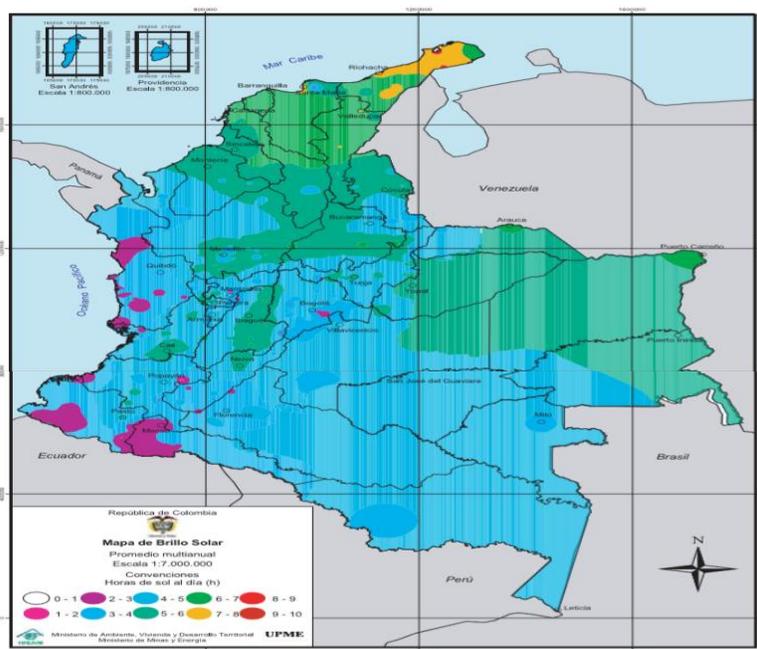


Ilustración 30 Luz solar en Colombia

Fuente: (UPME, s.f.)

3.2.2 Alternativas analizadas

3.2.2.1 Ingeniería y tecnología

Comparación del tipo de módulo fotovoltaico

Teniendo en cuenta las características mencionadas en el apartado de Módulos fotovoltaicos (0) se realiza la siguiente comparación.

Tabla 22. Ventajas y desventajas de módulos monocristalinos y policristalinos

Módulo	Ventajas	Desventajas
Monocristalino	Eficacia alrededor de 15% – 20% Ofrecen la mayor potencia de salida, requieren la menor cantidad de espacio Tienen una vida útil larga	Son los más caros. Si están cubiertos de suciedad, todo el sistema se verá afectado.
Policristalino	Menos caro ya que el proceso de fabricación es más simple.	Su eficacia es alrededor de 13% - 16%. Requieren mayor espacio para generar energía.

Fuente: elaboración propia, basada en información de (Tamesol, s.f.)

Los módulos policristalinos, aunque son más económicos, son menos eficientes en cuanto a energía lo que indica que se requiere de mayor superficie para generar la misma energía que se genera con los monocristalinos.

Tabla comparativa de módulos fotovoltaicos según la potencia

Se seleccionaron 3 proveedores para comparar (ver Tabla 23) los módulos fotovoltaicos que ofrecen con un potencial máximo de alrededor 300W.

Tabla 23. Comparación de módulos fotovoltaicos de empresas diferentes con potencia (W) similar

Parámetro	Improinde S.A.S	FB solar & led iberica S.A.S	LogikeIntellectus
Tipo de módulo	IM330	NU-RC300	LKPS300W
Marca	Procet Scientific	Sharp	LogikeIntellectus
Máximo poder de energía (W)	330	300	300
Circuito abierto de voltaje (V)	45,3	39,4	44,43

Parámetro	Improinde S.A.S	FB solar & led iberica S.A.S	LogikeIntellectus
Corriente de cortocircuito (A)	9,60	9,63	10,23
Voltaje máximo (V)	37,8	31,2	30,25
Tensión máx (V)	50		
Tensión min (V)	42		
Eficiencia del módulo %	18,4	18,7	19
Largo (mm)	1950	1660	1956
Ancho (mm)	992	990	992
Alto (mm)	40	50	50
Peso (kg)	22	20	27
Rango de temperatura	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C
Garantía años	12	10	10
Vida útil	25	25	25
Precio	\$ 891,000	\$1.082.592	\$ 818.720

Fuente: elaboración propia basada en información de: improinde sas, FB solar & led iberica S.A.S, LogikeIntellectus

Calificación de los paneles fotovoltaicos a evaluar y elección

A cada criterio para elegir un módulo fotovoltaico, se le asignó un porcentaje de importancia. Se estableció un puntaje de cumplimiento de los criterios para evaluar a los proveedores. La calificación se realizó determinando por medio del puntaje si el proveedor cumplía con los criterios; a este puntaje de cumplimiento se le multiplicó el porcentaje de asignación a los criterios. Los parámetros de calificación están descritos en la Tabla 24 y los resultados en la

Tabla 25. La empresa Improinde S.A.S obtuvo la calificación más alta resaltando el potencial, el precio y la información técnica proporcionada por el proveedor. Por tal motivo el módulo fotovoltaico seleccionado tiene un potencial de 330W.

Tabla 24. Parámetros de calificación para selección del módulo fv

Parámetros de calificación			
Puntaje de cumplimiento		Importancia porcentual	
Puntaje	Descripción	Descripción	Asignación de %
1	No cumple	Información técnica: fichas técnicas, la experiencia de proveedores, estándares de calidad y certificaciones brindan la confianza para la elección del producto	40%
2	Cumple parcialmente	Potencia: todos los módulos deben estar entre un rango de 290W a 330W para tener menor cantidad de paneles	7,5%
3	Cumple	Eficiencia: la eficiencia de los módulos debe oscilar entre 15% a 20%	7,5%
		Precio: se debe mirar la diferencia de precios entre las empresas, pero hay que considerar que estos pueden variar al momento de la compra	13%
		Tamaño del panel: dentro del rango establecido de potencia el tamaño de los paneles será similar, sin embargo, se comparan para comprobarlo	9%
		Recurso comercial: los proveedores cuentan con el producto, pero hay que realizar el pedido con anticipación por lo cual no influye tanto en la calificación	8%

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Calificación de paneles fotovoltaicos para seleccionar

Criterio	Improinde S.A.S		FB solar & led iberica S.A.S		Logike Intellectus		Observaciones
	IM330		NU-RC300		LKPS300W		
	Puntaje	%	Puntaje	%	Puntaje	%	
Potencia	3	0,2	3	0,2	3	0,2	Todos cumplen
Eficiencia	3	0,2	3	0,2	3	0,2	Todos cumplen
Tamaño del panel	3	0,3	3	0,3	3	0,3	Todos cumplen
Precio	3	0,4	2	0,3	3	0,4	Hay gran diferencia entre el precio de la empresa "FB solar & led iberica s.a.s" y las otras empresas, además que la empresa Improinde sas cuenta con un panel de mayor potencia y cuesta menos.
Recurso comercial	3	0,2	3	0,2	3	0,2	Las empresas cuentan con el recurso, sin embargo, hay que realizar el pedido con un lapso de tiempo amplio
Información técnica	3	1,2	3	1,2	2	0,8	Las 3 empresas cuentan con la ficha técnica del producto, sin embargo, la empresa "LogikeIntellectus" no presentó documento que genere 100% de confianza ya que

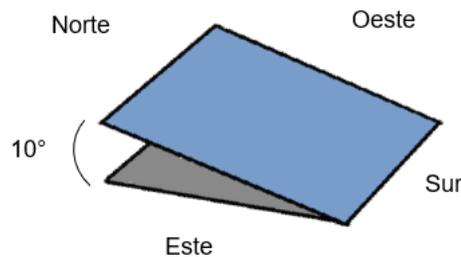
Criterio	Improinde S.A.S		FB solar & led iberica S.A.S		Logike Intellectus LKPS300W		Observaciones
	IM330		NU-RC300		LKPS300W		
	Puntaje	%	Puntaje	%	Puntaje	%	
							demuestran las características del producto solo en Excel, además no se evidencia en ningún lado las certificaciones que tiene la empresa o el distribuidor a diferencia de las otras empresas.
Total	18	2,6	17	2,4	17	2,3	

Fuente: elaboración propia

Ubicación estructura de soporte

Teniendo en cuenta los parámetros de la UPME (0) y que la ubicación posee las coordenadas de 3°13' 30.5" latitud norte ubicándose en el hemisferio norte, la inclinación de los paneles será de 10° y se posicionarán mirando hacia el sur.

Ilustración 31. Posición módulo fotovoltaico



Fuente:

elaboración propia

Separación de filas de paneles para evitar sombras

La distancia entre filas será de 2.27m (ver 0) ubicando los paneles verticalmente para que las filas delanteras no generen sombra sobre las traseras. Para este la obtención de este dato se utilizó el valor de elevación del sol de las 10:00am de la Tabla 20. Posición del sol en **Aipe**, ya que la longitud de sombreado debe darse sobre la perpendicular a la línea de apoyo Este-Oeste de los paneles, la cual forma un ángulo con la proyección solar igual a su azimut a la hora de cálculo, es decir, a

las 10:00 horas (ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.). El valor de la separación fue corroborado por medio de la aplicación que brinda Censolar (Censolar, s.f.).

Análisis de tipos de inversores

El inversor es elegido en función de la potencia pico que se genera en el campo solar, sin embargo, no se debe sobredimensionar el inversor innecesariamente. Existe un factor de corrección de 0,8 que corresponde a una estimación del 80%, para la potencia pico generada en el campo solar.

Características de los inversores según los proveedores

Se seleccionaron 2 proveedores para comparar (ver Tabla 26) las características de los inversores que cada uno ofrece.

Tabla 26. Característica inversores

Parámetro	SunnyTrippower	ABB
Tipo	20000TL-US	PVS800-57-0630kW-B
Entrada DC		
Rango de voltaje, mpp	380 V a 800 V	525V a 825 V
Voltaje máx. DC	1000V	1100V
Corriente máx DC	66A/33A	1230A
Salida AC		
Potencia Nominal (kW).	20kW	630kW
Rendimiento %	98,5%	98,4%
Potencia máx. de salida (kW)	20kW	700kW
Intensidad nominal AC o corriente de salida(A)	24A	1040 A
Tensión de salida nominal (V)	480V / 277 V	350V
Frecuencia de salida (Hz)	60Hz	50/60 Hz
Dimensiones		
Largo (mm)	265	2630
Ancho (mm)	665	2130
Alto (mm)	690	708
Peso kg	55	1800

Fuente: elaboración propia basado en fichas técnicas

Para este caso se elegirá el inversor SunnyTrippower ya que hay facilidades de encontrarlo en Colombia y al tener menor potencia se deben distribuir en más series

y permite un mayor control de los paneles en caso tal de que alguna serie llegue a presentar problemas.

Transformador

Dado que el inversor no cuenta con transformador, se incorporarán 3 transformadores, donde cada uno tenga una potencia de 1.7MW.

Conexión de serie en paralelo del campo solar

Para la conexión de series se obtuvo el valor del número mínimo y máximo de paneles en paralelo arrojando el resultado de 9 y 16 paneles respectivamente. Dentro de este rango se concretó que el número de paneles en serie será de 15. Así mismo se generaron tensiones de 378V y 800V apreciando el cálculo. Con los datos previos se obtuvo que el número de series de paneles será de 1010 series Cada serie tiene una potencia de 4.95 kW. El número de series por inversor será de 4 con un total de 253 inversores y 15152 paneles.

Cableado

Se seleccionará cableado de protección anti abrasiva y contra rayos ultravioleta, este se instalará de acuerdo con lo establecido por el RETIE.

3.2.2.2 Requerimientos del personal

En la siguiente tabla se presenta la relación del personal requerido para el montaje de la planta, estos cargos fueron asignados según la experiencia de coordinación de otros proyectos de tema electromecánicos. La descripción del cargo y funciones son descritas en el estudio administrativo.

Tabla 27. Requerimientos del personal

Ítem	Cantidad	Cargo
1	1	Ingeniero Civil
2	2	Maestros oficiales de obra civil
3	4	Auxiliares de obra civil
4	1	Ingeniero Electromecánico
5	6	Técnicos electricistas 1 A
6	4	Técnicos auxiliares electricistas
7	4	Técnicos electromecánicos
8	2	Técnicos auxiliares electromecánicos

Fuente: elaboración propia

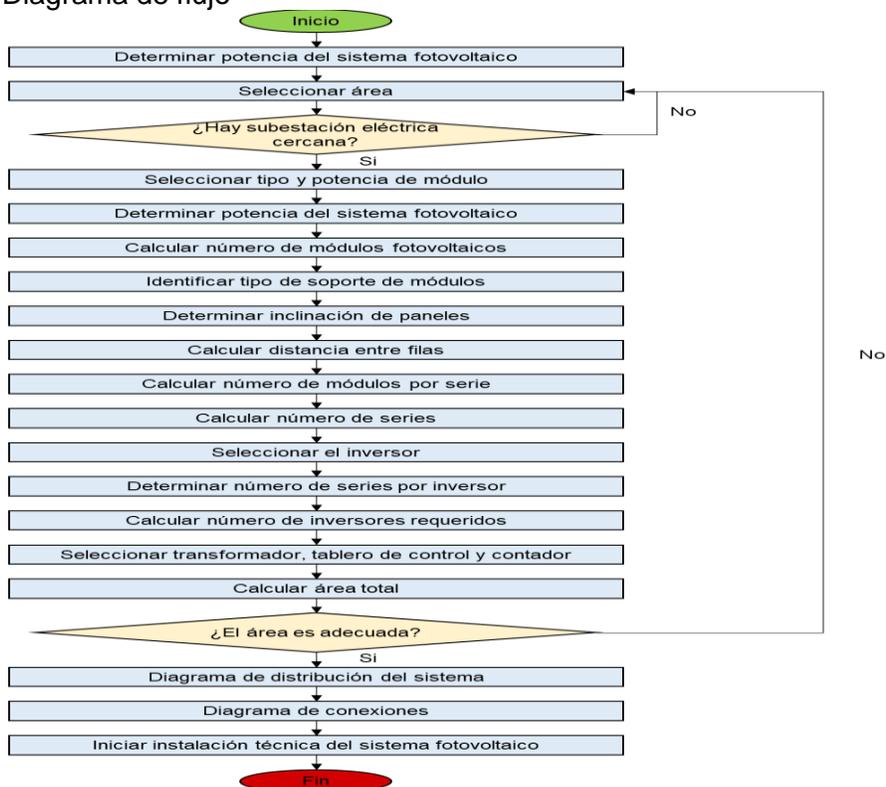
3.2.2.3 Proceso

Para la instalación del sistema fotovoltaico conectado a red se debe seguir el siguiente proceso:

- Establecer la potencia fotovoltaica pico que el sistema generará.
- Seleccionar el área apta en el que se desarrollará el proyecto y mirar posibilidades de extensión.
- Identificar la subestación eléctrica más cercana.
- Seleccionar el tipo de módulo fotovoltaico y su potencia.
- Determinar cantidad de módulos fotovoltaicos.
- Identificar el tipo de estructura de soporte de los módulos y su ubicación.
- Elegir el tipo de cadena de distribución de los módulos fotovoltaicos.
- Calcular la distancia entre filas para evitar sombras.
- Seleccionar el tipo de inversor y su potencia de acuerdo con la potencia de cada cadena de distribución.
- Determinar el número de inversores.
- Si el inversor no cuenta con transformador, elegir un transformador de acuerdo con la potencia de los inversores.
- Seleccionar un breaker, el tablero de control y contador.
- Identificar el cableado y tipo de conexiones teniendo en cuenta el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) para que, en el momento de instalación, la energía alimente correctamente la subestación.

3.2.2.4 Diagrama de flujo

Tabla 28. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia

3.2.2.5 Tamaño

En la siguiente tabla, se relaciona el nombre de los símbolos evidenciados en las fórmulas.

Tabla 29. Notaciones de fórmulas

Expresión	Descripción
A	Ancho
Ap	Área de un panel solar
APf	Área total de paneles con distancia de filas
ATp	Área total de los paneles solares
d1 y d2	Distancia 1 y distancia 2
Df	Distancia entre filas
hs	Altura solar a las 10:00 horas solares
L	Largo
La	Longitud de la arista del panel
Np	Número de paneles
Nsi	Número de series por inversor

Nsmáx	Número máximo de paneles en paralelo
Nsmín	Número mínimo de paneles en paralelo
Pm	Potencia máxima planta
Pmp	Potencia máxima módulo
Pni	Potencia nominal inversor
Ppcampo	Potencia del campo solar
Pppanel	Potencia pico panel
Ps	Potencia por serie
Tic	Total inversores en el campo solar
Vmáx	Tensión máxima
Vmín	Tensión mínima
β_c	Ángulo de inclinación de los paneles

Fuente: elaboración propia

Cálculo de número de paneles solares para instalar

Se instalará una planta fotovoltaica con capacidad pico de 5MW. La cantidad de paneles monocristalinos cada uno con capacidad pico de 330W serán de 15,152. El cálculo fue el siguiente:

$$Np = \frac{Pm (W)}{Pmp (W)}$$

$$Np = \frac{5,000,000 W}{330 W}$$

$$Np = 15,152$$

Cálculo del área de un panel solar

Para obtener el área total que cubren todos los paneles, se obtuvo primero el área de cada panel como se muestra a continuación.

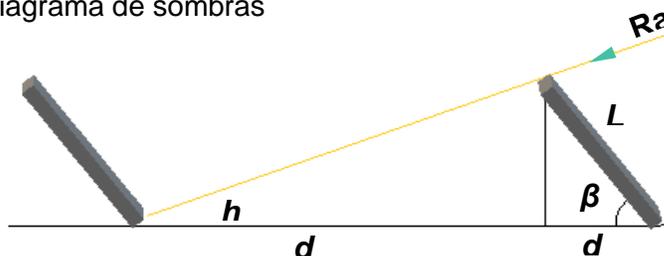
$$Ap (m^2) = L(m) * A(m)$$

$$Ap = 1,95m * 0,992m$$

$$Ap = 1,9344m^2$$

Cálculo de la separación de las filas de paneles para evitar sombras

Ilustración 32. Diagrama de sombras



Fuente: elaboración propia basado en (ESTELLÉS, 2015)

Distancia de filas con apoyo en la arista más grande (1.95m)

$$D_f = d_1 + d_2 = L_a * \left[\frac{\sin \beta_c}{\tan h_s} + \cos \beta_c \right]$$
$$D_f = 0.992m * \left[\frac{\sin 10^\circ}{\tan 44.12^\circ} + \cos 10^\circ \right]$$
$$D_f = 1.15m$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Distancia de filas con apoyo en la arista más pequeña (0.992m)

$$D_f = 1.95m * \left[\frac{\sin 10^\circ}{\tan 44.12^\circ} + \cos 10^\circ \right]$$
$$D_f = 2.27m$$

Área total de los paneles con distancia de filas

Se tomó el resultado de la arista más pequeña porque se desean poner los paneles en posición vertical.

$$APf = Df * A * Np$$
$$APf = 2.27m * 0.992m * 15152$$
$$APf = 34120m^2 = 3.4ha$$

Potencia nominal del campo solar con factor de corrección

$$Ppcampo = Npmáx * Pppanel * 0,8$$
$$Ppcampo = 15152 * 330W * 0,8$$
$$Ppcampo = 4000W = 4MW$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Número mínimo de paneles en paralelo

$$Ns \text{ mín} = \frac{Vmín \text{ inversor}}{Vmín \text{ panel}}$$

$$Ns \text{ mín} = \frac{380 \text{ V}}{42\text{V}}$$

$$Ns \text{ mín} = 9$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Número máximo de paneles en paralelo

$$Ns \text{ máx} = \frac{Vmáx \text{ inversor}}{Vmáx \text{ panel}}$$

$$Ns \text{ máx} = \frac{800\text{V}}{50\text{V}}$$

$$Ns \text{ máx} = 16$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Tensión máxima generada de acuerdo con el número de paneles

$$Vmáx \text{ campo} = Vmáx \text{ panel} * Ns$$

$$Vmáx \text{ campo} = 50\text{V} * 16$$

$$Vmáx \text{ campo} = 800\text{V}$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Tensión mínima generada de acuerdo con el número de paneles

$$Vmín \text{ campo} = Vmín \text{ panel} * Ns$$

$$Vmín \text{ campo} = 42\text{V} * 9$$

$$Vmín \text{ campo} = 378\text{V}$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Número de series de paneles

Teniendo en cuenta que el número mínimo y máximo de paneles por serie es 9 y 16, se seleccionaron 15 paneles por serie para que la potencia total de la serie no supere los 5MW.

$$Npserie = \frac{Np \text{ máx}}{Np \text{ serie}}$$

$$Npserie = \frac{15152}{15}$$

$$Npserie = 1010 \text{ series}$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Potencia por serie

$$\begin{aligned}P_s &= P_{ppanel} * N_{pserie} \\P_s &= 330W * 15 \\P_s &= 4950W = 4.95kW\end{aligned}$$

Número de series por inversor

$$\begin{aligned}N_{si} &= \frac{P_{ni} (kW)}{P_s(kW)} \\N_{si} &= \frac{20kW}{4.95kW} \\N_{si} &= 4\end{aligned}$$

(ULHI-Instituto de formación profesional a distancia, s.f.)

Total inversores en el campo solar

$$\begin{aligned}Tic &= \frac{N_{pseries}}{N_{si}} \\Tic &= \frac{1010}{4} \\Tic &= 253\end{aligned}$$

Distribución del sistema fotovoltaico

En la distribución se encuentran los paneles en posición hacia el sur que conecta con el área de inversores y tablero eléctrico, llegando a los transformadores y después a la red eléctrica. Las series compuestas por 15 paneles serán agrupadas y distribuidas en columnas. Cada columna abarcará alrededor de 56 series, dando como resultado 18 columnas y un total de aproximadamente 1010 series. Estos serán monitorizados en la unidad de control que se encontrará cerca al área potencia donde están los inversores. Toda el área que ocupará el campo fotovoltaico será de 9.2 hectáreas que abarca los componentes numerados en el diagrama de distribución (ver Ilustración 33).

El cálculo aproximado del área que abarcará el sistema fotovoltaico correspondiente a 9,2 hectáreas se realizó tomando como base el proyecto de Celsia solar ubicado en Yumbo. La granja solar de Celsia tiene una capacidad de 9,8 MW y ocupa un área de 18 hectáreas (Celsia, s.f.). De acuerdo con ello se realizó una regla de proporción detallada a continuación con datos del presente proyecto y datos del proyecto llevado a cabo en Yumbo, arrojando un área de 9,2 hectáreas. El anterior resultado comprende las 3,4 ha del área total de los paneles con distancia entre

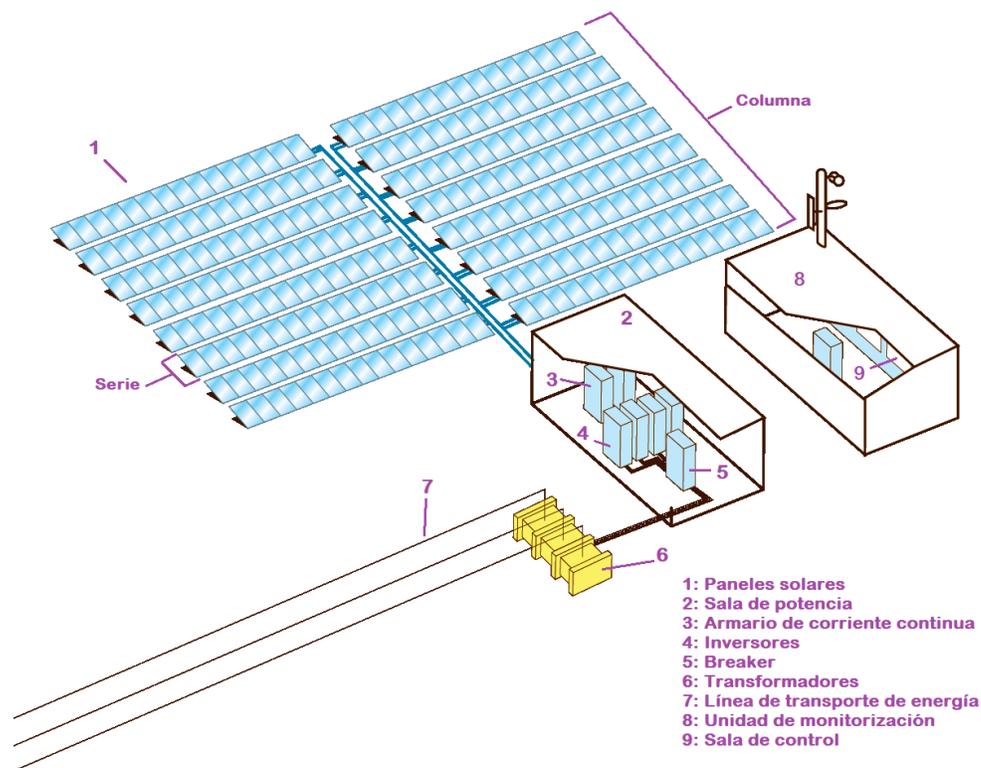
filas, la sala de potencia, armario de corriente continua, inversores, breaker, transformadores, línea de transporte de energía y la unidad de monitorización.

$$\text{Área aprox. sistema Aipe} = \frac{\text{Potencia sistema Aipe} * \text{Hectáreas sistema Yumbo}}{\text{Potencia sistema Yumbo}}$$

$$\text{Área aprox. sistema Aipe} = \frac{5\text{MW} * 18\text{ha}}{9,8\text{MW}}$$

$$\text{Área aprox. sistema Aipe} = 9,2 \text{ hectáreas}$$

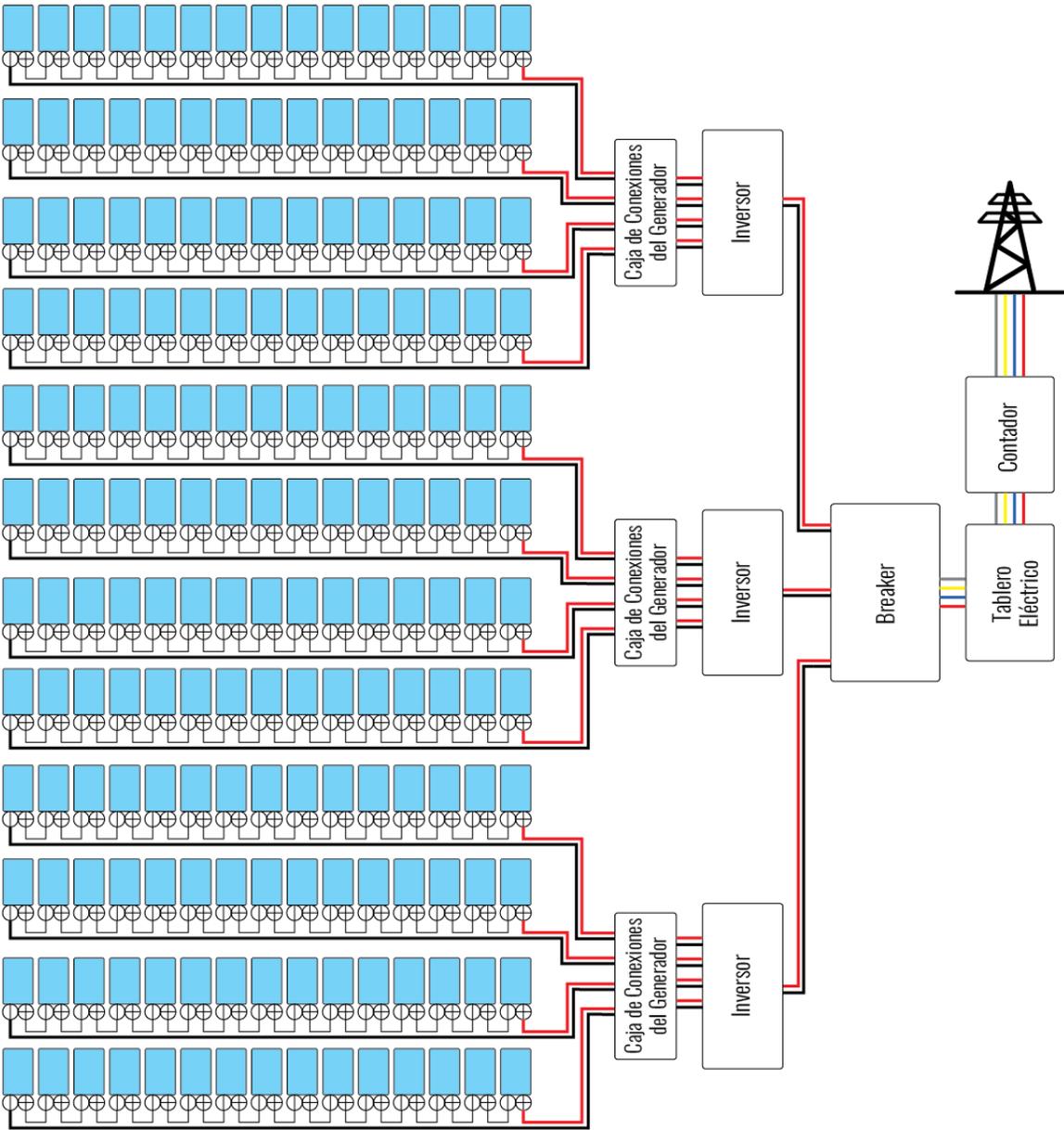
Ilustración 33. Diagrama de distribución de los módulos



Configuración eléctrica del campo solar

En la siguiente ilustración se observa un panorama de la distribución de conexiones eléctricas en el campo solar, aclarando que en total son 1010 series de paneles solares. Se observa que cada inversor con potencia de 20kW cubre 4 series de 15 paneles. Cada serie tiene una potencia de 4.95kW, queriendo decir que 4 series cuentan con 19.8kW, lo cual no sobrepasa la potencia pico del inversor.

Ilustración 34. Diagrama UNIFILAR



Fuente: elaboración propia

3.2.2.6 Localización

Descripción general del sector

El municipio de Aipe, ubicado al noroccidente del Huila, a la margen izquierda del río Magdalena, ocupa un área total de 801.04 km² lo que representa el 3,8% del departamento. Limita al norte con los municipios de Natagaima, Ataco y Planadas (Tolima), al oriente con el municipio de Villavieja y Tello y al sur con el municipio de Neiva. La temperatura media es de 28°C y la altitud de la cabecera municipal es de 350 m.s.n.m. (Alcaldía Municipal de Aipe en Huila , 2017). Su actividad económica, además de apoyarse en la explotación minera, se basa en el desarrollo de actividades agropecuarias, cuentan con cultivos de arroz, cacao, café, mango, plátano, maíz y yuca, asimismo, cuenta con la producción de pollos, huevos y la cría de ganado, mojarra, cachama y carpa.

Localización del área de influencia

La ubicación de la instalación del sistema fotovoltaico se encontrará situada en el lote “El Milagro”, del área rural denominada “La Brigada”, localizada en la Vereda Rio Aipe del municipio de Aipe perteneciente al departamento del Huila. De los aproximadamente 118.221,46 m² del área “La Brigada”, 2.750 hectáreas (27,500 m²) corresponden al lote “El Milagro” y sus coordenadas son:

Tabla 30. Coordenadas área de influencia

Latitud	3° 16´ 58.876” N
Longitud	-75° 14´ 36.816” O
Altitud	370 m.s.n.m

Fuente: Google Maps

Ilustración 35. Ubicación lote El Milagro



Fuente: Google maps

Desde la cabecera municipal de Aipe hasta el área de influencia transcurren aproximadamente 8 kms en vía pavimentada y posteriormente destapada desde el punto de intersección que se encuentra en la vía principal dirigiéndose hacia el nororiente en el área denominada “La Brigada”.

Su topografía de terreno plano con pendientes menores de 3%, facilita el desarrollo de potreros para el cultivo de arroz, frutales y desarrollo minero. El lote tiene acceso a servicios públicos como la energía eléctrica y acueducto veredal.

Ilustración 36. Predio "El Milagro"



Fuente: (Gordillo)

En la cabecera municipal existe una subestación eléctrica perteneciente a Electrificadora el Huila S.A.E.S.P, empresa líder en el Departamento del Huila por actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. La subestación a 34,5kV (Electrohuila, 2015), está ubicada en la carrera 13 Villavieja con las siguientes coordenadas:

Tabla 31. Coordenadas subestación de Aipe

Latitud	3° 13' 30.5" N
Longitud	-75° 14' 41.3" E

Ilustración 37. Ubicación subestación Aipe



Fuente: Google maps

3.2.2.7 Requerimientos obras físicas

Para la obra se requiere lo siguiente:

- Adecuación del terreno para que quede sin desniveles.
- Minimizar la impermeabilización del suelo ya que este es un suelo drenado ya que está adecuado para cultivo.
- Utilizar los caminos existentes y minimizar el drenaje artificial y la afectación sobre la vegetación.
- Saneamiento del terreno para zanjas para el paso de los circuitos.
- Preparación de las cubiertas donde se instalen los módulos FV.
- Adecuar espacio para la ubicación de la sala de potencia y unidad de monitorización.

3.2.3 Conclusiones

- Se requiere un terreno sin tanto desnivel para que la adecuación no genere grandes costos.
- El módulo fotovoltaico tipo monocristalino se destaca ya que se fabrica con silicios de alta pureza permitiendo una mayor eficiencia.

- Si el área se encuentra ubicada en el hemisferio norte los paneles deben posicionarse mirando hacia el sur para obtener la mayor radiación solar posible.
- A pesar de que el inversor multcadena es más costoso tiene la ventaja de poner en funcionamiento gran parte de la planta menos el string que esté presentando fallas.
- Se realizó la siguiente tabla que concluye y resume diferentes aspectos mencionados durante el documento.

Tabla 32. Ficha de resumen

Ítem	Descripción
Área total instalación sistema fotovoltaico	9.2 hectáreas
Potencia pico del campo solar	5MW
Tipo de módulo solar	Monocristalino
Potencia del módulo solar	330W
Número de paneles para instalar	15151
Número de estructuras de soporte	1010
Inclinación de los paneles	10°
Ubicación de la estructura de soporte	Posición frontal hacia el sur
Número de series para instalar	1010
Número de paneles en cada serie	15
Potencia de cada serie	4,95kW
Distancia de metros entre filas	2,27m
Tipo de inversor	String
Potencia del inversor	20kW
Número de inversores	253
Cantidad de series por inversor	4
Número de transformadores	3
Subestación eléctrica	Subestación eléctrica Aipe
Distancia entre el sistema fotovoltaico y la subestación eléctrica	8km
Costo total de instalación	Alrededor de \$18.966.078.559

Fuente: elaboración propia

3.2.4 Recomendaciones

Ya que el área requerida para la instalación no alcanza en el predio evaluado, se recomienda buscar un lote vecino para extender el terreno y poder llevar a cabo el proyecto.

3.2.5 Costos y beneficios

3.2.5.1 Costos

La siguiente tabla se encuentra segmentada en diferentes subcomponentes y componentes: obras civiles, equipos mecánicos, equipos eléctricos, costos indirectos y costos propietarios. En cada componente se relaciona el total del costo de los subcomponentes.

En la columna de “Etapa de instalación” se aclara si el ítem pertenece a la fase de montaje de la planta o la operación de esta. Por otro lado, en la columna de “Detalle de resultado”, se esclarece si el resultado de costos es un valor global aproximado (arrojado por la aplicación de la Universidad de Antioquia) o un valor unitario obtenido de cotizaciones consultadas.

Tabla 33. Costo del proyecto fotovoltaico 5MW en Aipe, Huila

Costo del proyecto fotovoltaico 5MW en Aipe, Huila			
Item	Costo para 5MW dados en COP	Etapa de instalación	Detalle del resultado
Obras civiles	\$1.145.734.785		
Adecuación del terreno (excavación, señalización, cimentación)	\$910.554.645	Montaje	Global
Vías de acceso	\$220.750.140	Montaje	Global
Campamentos	\$14.430.000	Montaje	Global
Equipos mecánicos	\$11.355.952.168		
Paneles	\$8.210.720.825	Montaje	Unitario
Seguidor (elemento mecánico utilizado para girar el panel de acuerdo con los rayos del sol)	\$1.965.012.465	Montaje	Global
Estructura de soporte	\$1.180.218.878	Montaje	Global
Equipos eléctricos	\$5.031.560.576		
Inversor	\$3.644.350.563	Montaje	Unitario
Otros eléctricos (equipos de maniobra eléctrica, cableado, puestas a tierra, insumos y consumibles)	\$974.025.000	Montaje	Global
Subestación	\$413.185.013	Montaje	Global
Costos propietarios	\$1.003.274.610		
Predios	\$302.669.250	Montaje	Unitario
Interconexiones a red (longitud de la línea de transmisión de	\$700.605.360	Montaje	Global

Costo del proyecto fotovoltaico 5MW en Aipe, Huila			
la central al punto de interconexión) (contador)			
Costos fijos (anual)	\$173.430.588		
Operación y mantenimiento fija principal - año	\$95.432.805	Operación	Global
Mantenimiento de líneas y subestaciones - año	\$25.000.000	Operación	Global
Mantenimiento de vías - año	\$6.623.370	Operación	Global
Costo por conexión*	\$46.374.413	Montaje	Global
Seguros (anual)	\$114.206.235	Operación	Global
Cargos de ley (anual)	\$141.919.598		
Impuesto de industria y comercio	\$548	Operación	Global
Predial	\$141.919.050	Operación	Global
Total montaje	\$18.582.896.551		
Total operación	\$383.182.008		
Total	\$18.966.078.559		
* El costo por conexión se realiza por un año, en el periodo del montaje			

Fuente: elaboración propia basado en aplicación de (Universidad de antioquia, s.f.)

Los costos anteriores se obtuvieron de GeoLCOE, un aplicativo web diseñado para estimar costos nivelados de generación de electricidad a nivel geoespacial para diferentes tecnologías de generación, principalmente aquellas de carácter renovable. El aplicativo se creó en el 2015 por un grupo de ingenieros de la Universidad de Antioquia apoyado por la UPME.

Esta aplicación permite calcular los costos de sistemas solares que cuenten con una capacidad de planta entre 20MW a 150MW, por tal motivo el cálculo se realizó para una planta de 20MW con las características pertenecientes a la planta que se desea montar en Aipe. Con el resultado obtenido, se efectuó una regla de proporción anexada en el presente documento, asociando datos de la planta de 20MW y 5MW.

3.2.5.2 Beneficios

Partiendo del hecho de que la energía solar es una fuente inagotable que no está sujeta a fluctuaciones de los mercados, es una fuente de producción continua que, a pesar de requerir una inversión inicial alta para el montaje, etapa que demanda mayor gasto, impulsa la creación de empleo que repercute favorablemente en la economía de la zona.

3.3 ESTUDIO AMBIENTAL

En el Estudio Ambiental a desarrollar, se presenta la identificación, cuantificación y manejo de los impactos ambientales asociados al proyecto en sus etapas de ejecución y operación del producto del proyecto.

Por lo tanto, se presentará un plan de manejo ambiental que permitirá prevenir, controlar y corregir o mitigar los impactos relevantes de las etapas del proyecto; y de esta manera garantizar el equilibrio entre las características del ambiente y la correcta ejecución y operación del producto del proyecto.

3.3.1 Hallazgos

El proyecto del Montaje de la Planta generadora de energía por medio de paneles solares pretende aportar al cuidado del medio ambiente y al llamado que hace del Protocolo de Kioto, que busca reducir las emisiones de gases del efecto invernadero. Sin embargo, para el desarrollo de este proyecto se desarrollará las actividades para la ejecución en el que se pueden presentar algunos impactos ambientales negativos y se determinara el respectivo manejo.

3.3.1.1 Actividades de operación y ejecución del Proyecto.

Tabla 34 Actividades del montaje de la Planta

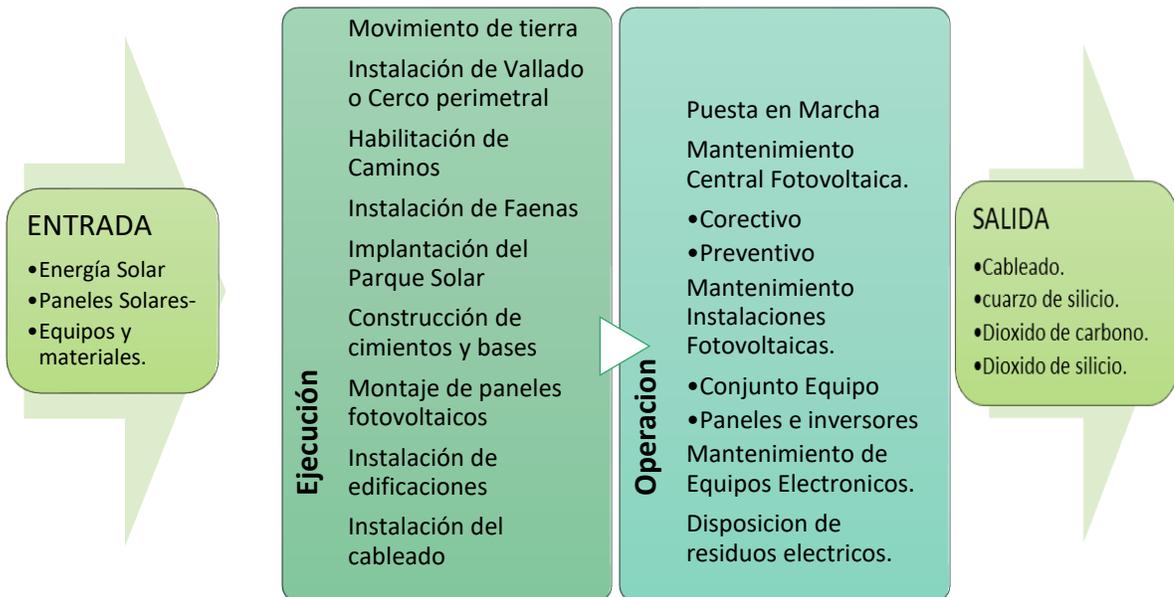
Actividades de Montaje de la Planta
✓ Tala de árboles y disposición de estos residuos
✓ Instalación de Vallado o Cerco perimetral
✓ Habilidadación de Caminos
✓ Instalación de Faenas
✓ Implantación del Parque Solar
✓ Construcción de cimientos y bases
✓ Montaje de paneles
✓ Instalación de edificaciones
✓ Instalación del cableado
✓ Instalación de baterías.

Tabla 35 Actividades de la Ejecución

Actividades de la Ejecución	
✓	Puesta en Marcha
✓	Mantenimiento Central Fotovoltaica.
	Correctivo
	Preventivo
✓	Mantenimiento Instalaciones Fotovoltaicas.
	Conjunto Equipo
	Paneles e inversores
✓	Mantenimiento de Equipos Electrónicos
✓	Disposición de materiales eléctricos.

3.3.1.2 Identificación de aspectos e impactos ambientales

En la siguiente tabla, se presentará los aspectos ambientales de mayor importancia, respecto a la Ejecución y la operación de la Planta de generación de energía por medio de paneles solares.



3.3.1.3 Aspectos e Impactos del proyecto

Tabla 36 Aspectos e Impactos del proyecto

RECURSO	ASPECTO	IMPACTO
Atmosférica	Producción de los Dispositivos.	Contaminación Aire
Agua	Desechos de líquidos para mantenimiento de paneles.	Contaminación agua.
Riesgo Humano	Sistemas de Refrigeración	Causar incendios o liberar gases de Refrigerantes vaporizados.
	Concentración de Luz	Dañar la vista por contacto directo
Vida Silvestre	Aves e insectos	Desplazamiento de aves
Suelo	Generación de escombros	contaminación del suelo.

3.3.1.4 Identificación, cuantificación y calificación de impactos ambientales

De acuerdo con el análisis de identificación de impactos, se presentan en los procesos del montaje y la ejecución de la Planta de Energía Solar, según las actividades relacionadas para cada etapa. Los cuales se calificarán en las siguientes tablas:

Tabla 37 Impactos Identificados en la etapa de Montaje de la Planta

Medio	Componente	Impacto	MONTAJE						
			Movimiento de tierra	Instalación de Vallado o Cerco perimetral	Habilitación de Caminos	Instalación de Faenas.	Implantación del parque solar	Construcción de cimientos y bases	Montaje de paneles fotovoltaicos.
Físico	Atmosférica	Contaminación Aire.							X
	Agua	Contaminación agua.		X					
	Riesgo Humano	Causar incendios o liberar gases de Refrigerantes vaporizados.					X		

		MONTAJE							
		Dañar la vista por contacto directo.							X
	Vida Silvestre	Desplazamiento o de aves contaminación del suelo					X	X	
	Suelo	Contaminación Del suelo	X	X					

Aire: Para la instalación de los paneles solares, se utilizan líquidos que permitan la mejor y clara recepción de la energía solar, emitiendo gases como dióxido de silicio y dióxido de carbono.

Agua: Si se presenta un derrame de los líquidos utilizados y tengan contacto con el agua, generar contaminación del agua.

Riesgo Humano: Para el montaje se utilizan líquidos refrigerantes contaminantes al contacto humano, si se presenta algún derrame de estos líquidos pone en riesgo la vida humana y su piel. Además, la radiación de la luz intensa afecta la visión de los seres humanos.

Vida Silvestre: Al aumentar la temperatura y el brillo intenso que emite los paneles y el sol, trae consigo un desplazamiento de aves e insectos.

Suelo: En el movimiento de tierras y el manejo de residuos y sus disposiciones, si no se hace de manera adecuada.

Tabla 38 Impactos Identificados en la etapa de ejecución de la Planta:

Medio	Componente	Impacto	EJECUCIÓN							
			Puesta en Marcha	Mantenimiento Central Fotovoltaica.	- Correctivo	- Preventivo	Mantenimiento Instalaciones	- Conjunto de Equipo	- Paneles e Inversiones	Mantenimiento Equipos eléctricos
Físico	Atmosférica	Emisión de gases por refrigerantes o baterías	X		X	X				
	Agua	Derrame de líquidos, contamina el agua.			X				X	
	Riesgo Humano	Causar incendios o liberar gases de Refrigerantes vaporizados.	X						X	X
		Dañar la vista por contacto directo.	X							
	Vida Silvestre	Desplazamiento de aves contaminación del suelo						X	X	
Suelo	Contaminación del suelo			X				X		

Atmosférica: Al poner la puesta en marcha de la planta se corre el riesgo que las emisiones de gases que produce los elementos de constituyen cada panel solar.

Agua: La operación de la planta implica hacer mantenimientos periódicos, en los que se podría utilizar líquidos contaminantes.

Riesgo Humano: Por las altas temperaturas, que se propicie un incendio si se liberan gases de refrigerantes vaporizados. También en la exposición frecuente a la luz de propician los paneles solares, afectaría la visual del ser humano.

Vida Silvestre: El desplazamiento de aves e insectos, por la temperatura al tener la planta de energía en funcionamiento.

Suelo: Los residuos ocasionados por los mantenimientos, pueden presentar contaminación del suelo, si las disposiciones finales de los mismos no se realizan correctamente y se lleven al lugar apropiadas. La generación de electricidad con una fuente solar fotovoltaica no genera emisiones ni vertimientos, no genera erosión y no altera las propiedades fisicoquímicas del suelo. Para su instalación sobre suelo abierto, no requiere alteración de las características litológicas o estructurales del terreno. No afecta las aguas superficiales ni subterráneas, pues no tiene consumos ni genera vertimientos.

3.3.1.5 Identificación, cuantificación y calificación de impactos ambientales

Calificación y cuantificación de impactos ambientales.

Después de identificar las actividades de cada etapa y el impacto asociado a cada una; se realiza su calificación y cuantificación con el fin de determinar cuál de ellos tiene un mayor peso en la afectación al medio ambiente, para así tomar medidas, implementar acciones y determinar recursos en el plan de manejo ambiental para prevenirlos, mitigarlos o eliminarlos durante el desarrollo del proyecto.

En la siguiente Tabla, se tendrán en cuenta alguna variable que permiten analizar de manera más acertada el impacto ambiental de las actividades de cada una de las etapas del proyecto.

Tabla 39 Clasificación Impactos ambientales

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	VALOR
Naturaleza (N)	Expresa el carácter benéfico o perjudicial de las acciones.	Positivo	(+)
		Negativo	(-)
Intensidad(IN)	Expresa el grado de destrucción sobre el factor Considerado.	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
Persistencia (PE)	Indica la permanencia del Impacto	Fugaz (< 1 año)	1
		Temporal (1-10 años)	2

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	VALOR
		Permanente (> 10 años)	4
Recuperabilidad (RV)	Expresa la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales	Corto plazo (1 año)	1
		Medio plazo (1-10 años)	2
		Irreversible (> 10 años)	4
Efecto	Relación causa/efecto	Indirecto	1
		Directo	4
Reversibilidad	Expresa la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales	Recuperable de manera inmediata	1
		Recuperable a mediano plazo.	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8
IMPORTANCIA (I) : + (IN + PE + RV + RC + EF)			

Seguido a obtener los valores cuantitativos, se define la importancia de acuerdo con el valor obtenido. Así:

Tabla 40 Tipo vulnerabilidad

Tipo Vulnerabilidad	
Irrelevante	Iguals o Inferiores a 5
Moderada	Entre 6 y 15
Severa	16 y 20
Critica o relevante	Mayores a 21
Quando se aplique estas calificaciones en +Positivo es porque representa un beneficio.	

Tabla 41 Cuantificar los impactos del proyecto en la etapa del Montaje,

ETAPA DE MONTAJE										
Medio	Componente	Impacto	Obra Generadora	Parámetros de calificación					Calificación	Vulnerabilidad
				Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Efecto		
Físico	Atmosférica	Emisión de gases por refrigerantes o baterías	Implantación del Parque Solar	-3	-3	-3	-3	-3	-15	M
	Agua	Derrame de líquidos, contamina el agua.	Instalación de Vallado o Cerco perimetral	1	1	1	1	1	5	I
	Riesgo Humano	Causar incendios o liberar gases de Refrigerantes vaporizados.	Montaje de paneles fotovoltaicos.	-2	-2	-2	-1	-1	-8	M
		Dañar la vista por contacto directo.		-3	-3	-3	-4	-4	-17	S
	Vida Silvestre	Desplazamiento de aves	Implantación del Parque Solar	-2	-2	-3	-3	-3	-10	M
Suelo	Contaminación del suelo	Construcción de cimientos y bases	-3	-3	-3	-2	-1	-12	M	

En esta matriz, se puede interpretar una calificación negativa severa respecto al impacto Riesgo Humano. Tiene el mayor de número de puntuación y debido a que en su etapa de ejecución o construcción, puede presentar diversos efectos. Los cuales, son mitigables con las medidas adoptados en el plan de manejo ambiental.

		ETAPA DE EJECUCION								
Medio	Componente	Impacto	Obra Generadora	Parámetros de calificación					Calificación	Vulnerabilidad
				Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Efecto		
Físico	Atmosférica	Emisión de gases por Refrigerantes o baterías	Puesta en Marcha	4	4	4	4	5	21	S
	Agua	Derrame de líquidos, contamina el agua.	Mantenimiento Central Fotovoltaica.	-3	-2	-4	-4	-4	-17	M
	Riesgo Humano	Causar incendios o liberar gases de Refrigerantes vaporizados.	Puesta en Marcha.	-2	-2	-1	-1	-3	-9	M
		Dañar la vista por contacto directo.		-3	-3	-3	-2	-1	-12	M
	Vida Silvestre	Desplazamiento de aves contaminación del suelo	Puesta en Marcha.	-2	-3	-3	-3	-2	-13	M
	Suelo	Contaminación del suelo	Mantenimiento Central	-2	-1	-1	-1	-1	-6	M

El principal consumo de agua se da en el proceso de fabricación de los paneles fotovoltaicos, los cuales no se fabrican en la región de estudio y por lo tanto deben traerse desde Europa, Alemania y China, entre otros. Por este motivo, el consumo

de agua de esta actividad no tendrá un impacto significativo en el área de influencia directa del proyecto. En el marco de un proyecto local, 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.

Legislación y normativa

De acuerdo con los parámetros establecido para el desarrollo del proyecto del Montaje de la planta de Energía Solar. La Constitución Política Colombiana a partir de 1991, elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, así como la política nacional de producción limpia. A continuación, se relaciona la normatividad ambiental a tener en cuenta en el proyecto.

Tabla 42 Marco Normativo Ambiental

NORMA	TEMA	ESPECIFICACIÓN
Decreto 2820	Licencia Ambiental ANLA	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”
Decreto Nacional 1124 de 1999	Se determinan los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, tendrá como objetivos primordiales contribuir y promover el desarrollo sostenible a través de la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación en materia ambiental, recursos naturales renovables, uso del suelo, ordenamiento territorial, agua potable y saneamiento básico y ambiental.
Decreto Nacional 4741 de 2005	Reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral	Prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.
Ley 1753 de 2015	Ley del Plan Nacional de desarrollo 2014-2018, "todos por un nuevo país"	Artículo 170: Formulación de una política verde a largo plazo.

NORMA	TEMA	ESPECIFICACIÓN
RESOLUCIÓN 1283 DE 2016	Ley 1715 de 2014, artículos 11, 12, 13 y 14.	Procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios

Tabla 43 Norma Suelo, Espacio Público y Residuos

NORMA	TEMA	ESPECIFICACIÓN
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables	Artículos 34 a 38: Manejo y disposición de residuos, basuras, desechos y desperdicios.
Resolución 541 de 1994 MAVDT	Transporte de materiales	Se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación
Decreto Nacional 838 de 2005	Disposición final de residuos sólidos	Promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos.

Permisos ambientales

Este proyecto requiere para su desarrollo licencia ambiental aprobada por el ANLA, de acuerdo a la legislación conferida en el artículo 2 y el numeral 14 de la Ley 99 de 1993, el numeral 19 del artículo 2 del decreto 3570 de 2011, y en desarrollo de lo dispuesto en el artículo 20 de la ley 1715 y los artículos 2.2.2.3.3.1 y 2.2.2.2.2.3.3.2 de Decreto 1076 de 2015.

Tabla 44 Norma Permiso Ambiental

NORMA	TEMA	CONSIDERACION
Decreto 3570 de 2011	Numeral 19 del artículo 2	Se considera Objetivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la definición de las regulaciones de las que se sujetan a la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.
Ley 99 de 1993	Artículo 2, Numeral 14	Definición y regulación de instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de factures de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental de las actividades económicas.
Decreto 1076 de 2015	Artículos 2.2.2.3.3.1 y 2.2.2.2.2.3.3.2	Señala los estudios ambientales para el licenciamiento que son el Diagnostico Ambiental de Alternativas y Estudio de Impacto ambiental. TdR-015

Procedimiento de solicitud de licencia ambiental.

Para el licenciamiento deberá tener en cuenta los siguientes requerimientos, según TdR-015:

- Diligenciar formulario Único Nacional de Licencia Ambiental.
- Estudio de Impacto Ambiental.Plano de localización del proyecto.
- Costo estimado de inversión y operación del proyecto.
- Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
- Constancia de pago por el servicio de evaluación de la licencia ambiental.
- Certificado de existencia y representación legal, en caso de personas jurídicas.
- Certificado del Ministerio del Interior sobre presencia de comunidades étnicas.
- Certificado del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) sobre la existencia de territorio titulados a favor de comunidades tradicionales.

- Copia de la radicación ante el Instituto Colombiano de Arqueología e Historia, ICANH, del Programa de Arqueología Preventiva, en caso de que este se requiera según la legislación sobre el patrimonio arqueológico.
- La autoridad revisa que la solicitud se haya presentado de manera completa y tiene 5 días hábiles para dar inicio formal al procedimiento.
- Si la autoridad ambiental considera necesario contar con información de otras entidades, tiene 15 días hábiles para solicitarla. La entidad consultada tiene 20 días hábiles para enviar la información solicitada.
- En caso de necesitar información adicional por parte de la empresa, la autoridad ambiental emite un Concepto Técnico en el que realiza el análisis jurídico pertinente.
- Si la solicitud de licencia debe solicitarse ante el ANLA e implica el uso o aprovechamiento de recursos naturales renovables, la empresa debe también presentar el EIA ante la autoridad ambiental regional correspondiente y presentar la constancia a la ANLA. La autoridad regional debe expedir un Concepto Técnico y enviarlo al ANLA, dentro de los 30 días hábiles siguientes.

Presentar el Estudio de Impacto Ambiental, el cual deberá contener:

- La delimitación del área de influencia directa e indirecta del proyecto, obra o actividad.
- La descripción del proyecto, obra o actividad, la cual incluirá: localización, etapas, dimensiones, costos estimados, cronograma de ejecución, procesos, identificación y estimación básica de los insumos, productos, residuos, emisiones, vertimientos y naturales requeridos para las diferentes alternativas estudiadas. Presencia de comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, obra o actividad. Análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas. Selección y justificación de la mejor alternativa desde el punto de vista ambiental. Riesgos inherentes a la tecnología a utilizar, sus fuentes y sistemas de control.
- La información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el POT (para este caso EOT).
- La información sobre los recursos renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.
- Identificación de las comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, obra o actividad.
- La descripción, caracterización y análisis del medio biótico, abiótico y socioeconómico en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.
- La identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuáles pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse.
- Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto.
- La propuesta de Plan de Manejo Ambiental del proyecto, obra o actividad.

En este documento se presentan los términos de referencia específicos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA para proyectos de uso de energía solar fotovoltaica, que requiere de licencia ambiental de acuerdo con el artículo 2.2.3.2.2 del Decreto 1076 de 2015, o aquel que lo modifique, sustituya o derogue.

Estos términos deben ser adaptados a las particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

El EIA debe ser elaborado en el marco del principio de desarrollo sostenible, y partiendo de la aplicación de buenas prácticas ambientales.

El EIA debe ser elaborado con información de alto nivel científico y técnico, acorde con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, acogida mediante Resolución 1503 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (en adelante Minambiente), o aquella norma que la modifique, sustituya o derogue, y de acuerdo con lo establecido en los presentes términos de referencia. Para la elaboración del EIA deben tenerse en cuenta los aspectos técnicos relacionados con la Resolución 9 0708 del 30 de agosto de 2013, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas o aquella norma que la reglamente, sustituya o derogue; de igual manera se recomienda la consulta de las Normas Técnicas Colombianas NTC 1736 de 2005, NTC 2775, NTC 5513 de 2007, relacionadas con Energía Solar y Dispositivos Fotovoltaicos.

Adicionalmente:

La información cartográfica debe presentarse conforme a lo establecido en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 expedida por Minambiente o aquella que la modifique, sustituya o derogue.

El EIA debe ser entregado junto con la solicitud de la Licencia Ambiental a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea – VITAL de Minambiente administrada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, disponible en el siguiente vínculo: <http://vital.anla.gov.co/ventanillasilpa/>. Se debe incluir la información requerida en el artículo 2.2.3.6.2, Sección 3 Estudios Ambientales, Capítulo 3, del Decreto 1076 de 2015, o el que lo modifique, sustituya o derogue.

En el momento en el que la autoridad competente proponga y adopte diferentes metodologías, protocolos y lineamientos que se establezcan para la elaboración de Estudios Ambientales, el usuario deberá implementarlos en los términos del régimen de transición establecido en cada uno de ellos.

3.3.2 Alternativas Analizadas

Plan de manejo ambiental

Tabla 45 Plan de manejo Ambiental Transporte de Maquinaria, Equipos y Materiales

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: TRANSPORTE DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y MATERIALES	
OBJETIVO	Minimizar el deterioro en los factores abióticos, bióticos y socio económicos del lugar derivados del transporte de la maquinaria y los materiales.
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.
ETAPA	Construcción y Operación
IMPACTOS POR GESTIONAR	Deterioro en el entorno natural del área de influencia.
	Alteración del aire, el agua, la flora y la fauna de la zona.
PLAN DE ACCION	
TIPO DE MEDIDA	PREVENTIVA/CORRECTIVA
MITIGACIÓN	Medir los niveles de contaminación y deterioro de los factores bióticos y abióticos originados por los medios de transporte. Seleccionar el más adecuado.
	Considerar alternativas de transporte dando prioridad a la conservación de los ecosistemas de la zona.
	Realizar compensación con la reforestación en otros lugares.
INDICADORES	Estimación de una matriz de impactos.
	Cantidad de árboles reforestados.
RESULTADOS ESPERADOS	Seleccionar la mejor alternativa después de analizar las variables inherentes a cada una de ellas.
	Minimizar el deterioro en la vegetación y los ecosistemas aledaños.
	Integrar mejores prácticas ambientales a la metodología de trabajo.

Tabla 46 Construcción de Vías de Acceso

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE ACCESO	
OBJETIVO	Adecuar el terreno para la construcción de vías de acceso para el montaje de la estructura
JUSTIFICACIÓN	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.
ETAPA	Construcción
	Deterioro en la vegetación y el suelo que se encuentra en el área de influencia.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE ACCESO	
IMPACTOS POR GESTIONAR	
	Alteración de especies de plantas en el área de influencia y modificación del uso del suelo
PLAN DE ACCIÓN	
TIPO DE MEDIDA	PLANEACIÓN
MITIGACIÓN	En las fases preliminares se deben postular lugares potenciales con poca o nula vegetación.
	Diseñar y/o rediseñar la propuesta dando prioridad a la conservación de los ecosistemas de la zona.
	Realizar compensación con la reforestación en otros lugares.
INDICADORES	Obtención de licencias y permisos.
	Cantidad de árboles reforestados.
RESULTADOS ESPERADOS	Seleccionar la mejor alternativa después de analizar las variables inherentes a cada una de ellas.
	Minimizar el deterioro en la vegetación y los ecosistemas aledaños
	Realizar un diseño consistente en que se disponga la utilización de menos área geográfica

Tabla 47 Plan de Manejo Limpieza y adecuación del terreno

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: LIMPIEZA Y ADECUACIÓN DEL TERRENO	
OBJETIVO	Adecuar el terreno a utilizar para el montaje de la estructura procurando zonas con poca o nula vegetación.
JUSTIFICACIÓN	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.
ETAPA	Construcción
IMPACTOS POR GESTIONAR	Deterioro en la vegetación que se encuentra en el área de influencia.
	Alteración de especies de plantas en el área de influencia.
PLAN DE ACCIÓN	
TIPO DE MEDIDA	PLANEACIÓN

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: LIMPIEZA Y ADECUACIÓN DEL TERRENO	
MITIGACIÓN	En las fases preliminares se deben postular lugares potenciales con poca o nula vegetación. Diseñar y/o rediseñar la propuesta dando prioridad a la conservación de especies endémicas de la zona.
	Realizar compensación con la reforestación en otros lugares
INDICADORES	Cantidad de árboles reforestados.
	Postulación de lugares alternativos y selección de la mejor opción con menor impacto en vegetación.
RESULTADOS ESPERADOS	Seleccionar la mejor alternativa después de analizar las variables inherentes a cada una de ellas.
	Minimizar el deterioro en la vegetación
	Realizar un diseño consistente en que se disponga la utilización de menos área geográfica.

Tabla 48 Plan de Manejo y Disposición de Residuos de Construcción

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	
OBJETIVO	Disponer adecuadamente los residuos generados por la construcción del sistema fotovoltaico y su respectivo abandono.
JUSTIFICACIÓN	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 y Operación.
IMPACTOS A GESTIONAR	Generación de material particulado, polvo, molestia por parte de los funcionarios de la entidad debido a la obstrucción parcial.
	Disposición inadecuada de los residuos aprovechables que generan basuras innecesarias.
PLAN DE ACCION	
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
MITIGACIÓN	Contactar a una empresa de manejo de residuos aprovechables para que realice la correcta disposición de éstos.
	Colocar la señalización correspondiente para que los residuos se encuentren en un solo punto y no generen desorden.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	
	<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>Durante la etapa de operación, contactar una empresa de aprovechamiento de residuos para que compre los residuos que sean recuperables.</p>
INDICADORES	<p>Monto de residuos vendido en la etapa de abandono del proyecto.</p> <p>Cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario de Los Ángeles - Neiva, se verifica revisando el monto de la factura del acueducto y alcantarillado.</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>

Tabla 49 Plan de Manejo Ambiental: Manejo y disposición de paneles

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: MANEJO Y DISPOSICIÓN DE PANELES	
OBJETIVO	Disponer adecuadamente los paneles dañados o que terminen su vida útil
JUSTIFICACIÓN	<p>La construcción de la planta de energía por medio paneles solares genera diferentes tipos de residuos, en especial del sistema completo de paneles con celdas fotovoltaicas. Los paneles solares que presenten daños, quiebres o terminación de vida útil, necesitan tener un tratamiento específico. Por lo tanto es necesario identificar los lugares de disposición y/o transformación de estos elementos que se consideran residuos sólidos.</p> <p>El vidrio utilizado en la fabricación de los paneles fotovoltaicos es bajo en impurezas y de una composición específica, por lo cual podría ser empleado como materia prima para otras industrias hasta en un 100%.</p>
ETAPA	Construcción y Operación.
IMPACTOS GESTIONAR	<p>A Generación de material a base de vidrio, siendo contaminante y afectando al medio ambiente.</p> <p>Disposición inadecuada de los residuos de paneles solares que pueden transformarse y evitar que se conviertan en contaminantes del medio ambiente.</p>
PLAN DE ACCION	
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
MITIGACIÓN	<p>Contactar a una empresa de manejo de residuos aprovechables para que realice la correcta disposición de éstos.</p> <p>Colocar la señalización correspondiente para que los residuos se encuentren en un solo punto y no generen desorden.</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>Durante la etapa de operación, contactar una empresa de aprovechamiento de residuos para que compre los residuos que sean recuperables.</p>
INDICADORES	<p>Monto de residuos vendido en la etapa de abandono del proyecto.</p> <p>Cantidad de residuos dispuestos en el relleno sanitario de Los Ángeles - Neiva, se verifica revisando el monto de la factura del acueducto y alcantarillado</p>
RESULTADOS ESPERADOS	<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>
DISEÑO – PLANO	

3.3.3 Costos y beneficios.

3.3.3.1 Costos

Las autoridades ambientales cobran los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales.

La tarifa incluye los siguientes componentes:

- (ii) Los gastos relacionados con los honorarios de los profesionales.
- (iii) Los viáticos y gastos de viaje.
- (iv) El valor de los análisis de laboratorio u otros estudios y diseños técnicos Requeridos.
- (v) Porcentaje representativo de los gastos administrativos **(ANLA , s.f.)**.

En todo caso, existen topes aplicables a los montos que pueden cobrar las autoridades ambientales por dichos servicios. Estos topes son los siguientes:

Tabla 50 Valor Licencias Ambientales

Valor del Proyecto	Tarifa Máxima
Hasta USD 684.592 aproximadamente	0.6%
Entre USD 684.592 y USD 2.7 millones aproximadamente	0.5%
Mas de USD 2.7. millones aproximadamente	0.4%

**Montos definidos en salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

3.3.3.2 Beneficios

La generación de energía por fuente no renovable, por medio de la planta de paneles solares de hasta 5 MW, trae consigo los siguientes beneficios:

- Reducción la contaminación al ambiente de CO2.
- Disminuyen los riesgos ambientales en ejecución y operación.
- Reducción de la carga sobre rellenos sanitarios, al poder reciclar sus residuos.

3.3.4. Conclusiones

Es necesario adelantar trámites ante la ANLA cuando el proyecto se postula para obtener los beneficios tributarios previstos por la ley o para lograr autorización para la venta de excedentes de energía autogenerada. Para esto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emite la Resolución 1283 de 2016: “Por la cual se establece el procedimiento y requisitos de la certificación de beneficio ambiental, para obtener los beneficios tributarios por inversión en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables”.

En el desarrollo del estudio ambiental para el Montaje de la Planta solar en el municipio de Aipe, Huila se encuentra que los residuos y desechos generados por la ejecución y operación de la Planta son manejables, ya que su impacto es moderado.

El vidrio utilizado en la fabricación de los paneles fotovoltaicos es bajo en impurezas y de una composición específica, por lo cual podría ser empleado como materia prima hasta en un 100%. Sin embargo, diversos ensayos han demostrado que cantidades mayores al 80% provocan un sensible incremento de la fragilidad del vidrio obtenido.

Si bien el vidrio que integra el panel lleva adosada una capa de EVA ($nC_6H_{10}O_2$), esto no impide su reciclado por fusión, dado que el EVA posee una temperatura de fusión próxima a los $76\text{ }^\circ\text{C}$, la cual está muy por debajo de la del vidrio ($1500\text{-}1600\text{ }^\circ\text{C}$). Esto permite que el EVA se descomponga en CO y CO₂, pudiendo eliminarse junto con los restantes gases generados durante el proceso de fusión.

El vidrio obtenido a partir de los paneles descartados debe seguir las siguientes etapas:

Triturado: alimentadores vibratorios lo trasladan hacia quebrantadoras de martillos, en donde es triturado en trozos cuyo diámetro no excede los 25 mm.

Tamizado: Una cinta transportadora hace pasar los trozos de vidrio por una cámara de soplado en donde el polvo de vidrio es retenido en filtros, a fin de evitar que se volatilice junto con los gases de combustión, impidiendo de esta manera la contaminación ambiental.

Lavado: Una máquina lavadora, mediante agua caliente y agitación, termina de extraer el polvo remanente

Secado: El material se decanta y seca.

Fundición: Una vez seco, el mate

Por lo tanto, es posible tomar las medidas pertinentes para cada uno de los impactos ocasionados al aire, suelo, agua, atmosféricos y seres humanos.

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.

3.3.5 Recomendaciones

En Colombia la energía solar fotovoltaica es considerada una fuente no convencional de energía renovable FNCER. Por lo tanto, el proyecto del presente análisis de prefactibilidad está evaluando con una capacidad de hasta 5MW, que requiere licencia ambiental. Dicha licencia permitirá el correcto procedimiento y manejo del recurso adecuado de la generación de energía limpia, que trae consigo una serie de beneficios tributarios y arancelarios que favorecerán al proyecto, a su estabilidad y la producción de energía.

El aprovechamiento de la Resolución 1283 de 2016, que promueve la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014. Será una herramienta fundamental para el desarrollo del proyecto, ya que su vigencia estará por la vida de la vida útil del proyecto, obra o actividad y cubren todas sus fases: construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, restauración final, abandono y/ terminación permite que aumente la competitividad del proyecto y a su vez, recibir los beneficios tributarios y arancelarios que ofrece el estado.

Considerar la transformación o venta de residuos generados por el montaje y ejecución de la planta solar, aumentaría el beneficio ambiental, ya que se podría transformar los desechos en un nuevo producto con uso específico.

Utilizar únicamente elementos biodegradables para los respectivos mantenimientos de paneles, ya que los absorbe directamente el suelo.

Se sugiere hacer estructuras que tengan fácil acceso, con la respectiva señalización, reduciendo el impacto visual cercano a los paneles y a la radiación electromagnética del sol a quienes realicen mantenimientos.

3.4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

Se hace un análisis de las diferentes alternativas de la estructura organizacional y así como el tipo de sociedad que mejor se ajusta a la conformación de la empresa.

3.4.1 Hallazgos.

Se ha logrado identificar los siguientes hallazgos:

- El tipo de sociedad que tiene más beneficio es la sociedad Simplificada por acciones S.A.S
- La contratación personal debe hacer bajo la modalidad de prestación de servicios para un tipo de personal y contrato a término fijo.
- Responden hasta el monto de sus aportes por las obligaciones sociales
- Ley 1715 de 2014 Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional
- Beneficios tributarios, arancelarios para los equipos importados.

3.4.2 Tipos de contratos.

3.4.2.1 Contratos a término fijo.

Son los establecidos por el artículo Art. 46 del Código Sustantivo de Trabajo y Art. 28 de la Ley 789 de 2002), Es un contrato laboral que tiene un límite temporal especificado de manera clara en el contrato. Puede ser prorrogado indefinidamente, salvo en los casos en los cuáles el plazo pactado sea inferior a un año. Los contratos a término fijo se clasifican en dos modalidades:

3.4.2.2 Contratos a vencimiento igual o superior a un año.

En esta modalidad de celebración de contrato debe contar con las siguientes condiciones.

- Debe constar siempre por escrito.
- El término de su duración no puede ser superior a tres (3) años, pero puede ser prorrogable de forma indefinida.
- Si hay periodo de prueba debe constar por escrito al inicio del contrato.
- Para su terminación se requiere aviso previo 30 días antes de la terminación.
- En caso de terminación unilateral del contrato sin justa causa, el empleador deberá pagar al trabajador una indemnización, en los términos establecidos en el artículo 28 de la Ley 789 de 2002.

3.4.2.3 Contratos a vencimiento inferior a un año.

- Este tipo de contratos únicamente pueden prorrogarse hasta por tres (3) veces, por periodos iguales o inferiores, al cabo de los cuales el término de renovación no podrá ser inferior a un (1) año.
- Para su terminación no se requiere aviso previo
- En caso de terminación unilateral del contrato sin justa causa, el empleador deberá pagar al trabajador una indemnización, en los términos establecidos en el artículo 28 de la Ley 789 de 2002.

3.4.2.4 Contrato a Término Indefinido (Art. 47 del Código Sustantivo de Trabajo)

El contrato a término indefinido es aquel que no tiene estipulada una fecha de terminación de la obligación entre el empleado y el empleador, cuya duración no está determinada por la de la obra o la naturaleza de la labor contratada, o no se refiera de manera explícita a un trabajo ocasional o transitorio. Puede hacerse por escrito o de forma verbal.

3.4.2.5 Contrato de Obra o labor (Art. 45 del Código Sustantivo de Trabajo)

El contrato es por una labor específica y termina en el momento que la obra llegue a su fin. Este tipo de vinculación es característica de trabajos de construcción y de universidades y colegios con profesores de cátedra, que cumplen su labor una vez haya terminado el periodo académico. Este contrato es igual en términos de beneficios y descuentos a los contratos indefinidos y definidos, por ser un contrato laboral.

3.4.2.6. Contrato de aprendizaje (Art. 30 de la Ley 789 de 2002)

El contrato de aprendizaje es una forma especial dentro del Derecho Laboral, mediante la cual una persona natural desarrolla formación teórica práctica en una entidad autorizada, a cambio de que una empresa patrocinadora proporcione los medios para adquirir formación profesional metódica y completa requerida en el oficio, actividad u ocupación y esto le implique desempeñarse dentro del manejo administrativo, operativo comercial o financiero propios del giro ordinario de las actividades de la empresa, por cualquier tiempo determinado no superior a dos (2) años, y por esto reciba un apoyo de sostenimiento mensual, el cual en ningún caso constituye salario. Elementos particulares y especiales del contrato de aprendizaje: La finalidad es la de facilitar la formación de las ocupaciones en las que se refiere el presente artículo;

3.4.2.7 Contrato temporal, ocasional o accidental (Art. 6 del Código Sustantivo de Trabajo)

Según el Código Sustantivo del Trabajo, se define el trabajo ocasional, accidental o transitorio, como aquel trabajo de corta duración y no mayor de un mes, que se refiere a labores distintas de las actividades normales del empleador. Es decir, que no tiene que ver con las labores propias que desarrolla el contratante. Por ejemplo, en una oficina de una agencia de viajes aparece una humedad y se hace necesario contratar a un técnico para arreglar el problema. La agencia de viajes necesita un técnico que arregle la pared. El técnico estaría por contrato ocasional porque no va dentro de las tareas rutinarias de la empresa.

3.4.2.8. Contrato civil por prestación de servicios

Este tipo de contrato se celebra de manera bilateral entre una empresa y una persona (natural o jurídica) especializada en alguna labor específica. La remuneración se acuerda entre las partes y no genera relación laboral ni obliga a la organización a pagar prestaciones sociales. La duración es igualmente en común acuerdo dependiendo del trabajo a realizar. El empleado recibe un sueldo al cual se le descuenta únicamente **por concepto de retención en la fuente**.

3.4.3 Prestaciones sociales.

“Prestación social es lo que debe el patrono al trabajador en dinero, especie, servicios u otros beneficios, por Ministerio de la ley, o por haberse pactado en convenciones colectivas o en pactos colectivos, o en el contrato de trabajo, o establecida en el reglamento interno del trabajo, en fallos arbitrales o en cualquier acto unilateral del patrono, para cubrir los riesgos o necesidades del trabajador que se originan durante la relación de trabajo o con motivo de la misma. Se diferencia del salario en que no es retributiva de los servicios prestados y de las indemnizaciones laborales en que no reparan perjuicios causados por el patrono”. Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Laboral, Sentencia de julio 18 de 1985.

3.4.3.1 Prima de servicios.

Corresponde a un salario mensual por cada año laborado, o si la vinculación es inferior a un año, el pago será proporcional al tiempo que el trabajador lleve vinculado, cualquiera que este sea. Quince días se deben pagar, por tardar el último día del mes de junio y los restantes quince días en los primeros 20 días del mes de diciembre.

3.4.3.2. Auxilio de Transporte.

Es una figura creada por la ley 15 de 1959, y reglamentado por el decreto 1258 de 1959, con el objetivo de subsidiar el costo de movilización de los empleados desde

su casa al lugar de trabajo, se paga a los trabajadores que devengan hasta dos salarios mínimos mensuales.

3.4.3.3 Cesantías

Son una prestación social a cargo del empleador y a favor del trabajador que corresponde en un mes de salario por cada año de servicios prestados o proporcionalmente al tiempo de servicio.

3.4.3.4 Intereses a cesantías

El empleador debe pagar a sus empleados intereses sobre las cesantías que tenga acumuladas a 31 de diciembre, a una tasa del 12% anual. Los intereses se deben pagar a más tardar al 31 de enero, y se pagan directamente al empleado.

3.4.3.5 Vacaciones

Las vacaciones laborales son el derecho que tiene todo trabajador a que el empleador le otorgue un descanso remunerado por el hecho de haberle trabajado un determinado tiempo. En Colombia, las vacaciones corresponden a 15 días hábiles de descanso remunerado por cada año de trabajo.

3.4.3.6 Aporte a Pensión

Aporte que hace el patrono y empleado cada mes a un fondo de pensiones a nombre y beneficio del empleado que constituye un ahorro para el retiro laboral que corresponde a 12 para el empleador y 4% para el empleado. Los empleados por contrato de prestación de servicios asumen el total del aporte al fondo de pensiones y la base de cotización es el 40%.

3.4.3.7 Aportes al régimen contributivo de salud.

Aporte que hace el patrono y empleado cada mes vencido al sistema seguridad social correspondiente a 8.5% para el empleador y 4% para el empleado. Los empleados por contrato de prestación de servicios asumen el total del aporte al fondo en salud y la base de cotización es el 40%

3.4.3.8 Dotación.

Es una prestación social a cargo del empleador que se debe suministrar a los trabajadores que devenguen hasta dos veces el salario mínimo mensual. Se ha de entregar al trabajador una dotación cada 4 meses para un total de tres dotaciones al año. Cada dotación debe incluir zapatos.

3.4.3.9 Aportes parafiscales

Los aportes parafiscales son una contribución obligatoria que algunas empresas deben realizar al Sena, ICBF y cajas de compensación familiar, por cada empleado que tenga.

Personas están exonerados de realizar aportes al Sena y al ICB. (La ley 1819 de 2016)

- Las sociedades y personas jurídicas y asimiladas contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta y complementarios, correspondientes a los trabajadores que devenguen, individualmente considerados, menos de diez (10) salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Las personas naturales empleadoras por los empleados que devenguen menos de diez (10) salarios mínimos legales mensuales vigentes.
- Los consorcios, uniones temporales y patrimonios autónomos empleadores en los cuales la totalidad de sus miembros estén exonerados.

3.4.3.10 Salario base para los aportes parafiscales

El salario base sobre el cual se calculan los aportes parafiscales es la totalidad de los valores recibidos como remuneración por el trabajador, como sueldo básico, comisiones, horas extras y recargos nocturnos exceptúa el auxilio de transporte y aquellos pagos que por expreso acuerdo entre las partes se consideran como no constitutivos de salario.

3.4.3.11 Base sobre la cual se calcula los aportes parafiscales.

La base para el cálculo de los aportes parafiscales es el 70% de la totalidad del salario integral.

Tabla 51 Base para liquidación de prestaciones sociales

TABLA SALARIAL			
CONCEPTO	EMPLEADO	EMPLEADOR	OBSERVACIONES
Prima de servicios		8.33 %	1 salario al año
Auxilio de Transporte		\$ 88.211	
Cesantías		8.33%	1. salario al año
Intereses		1%	12 % del salario al año
Vacaciones		4.16%	15 días hábiles al año
Aporte a pensión	4%	12%	4% (más un 1% adicional si el ingreso base de cotización es superior a 4 salarios

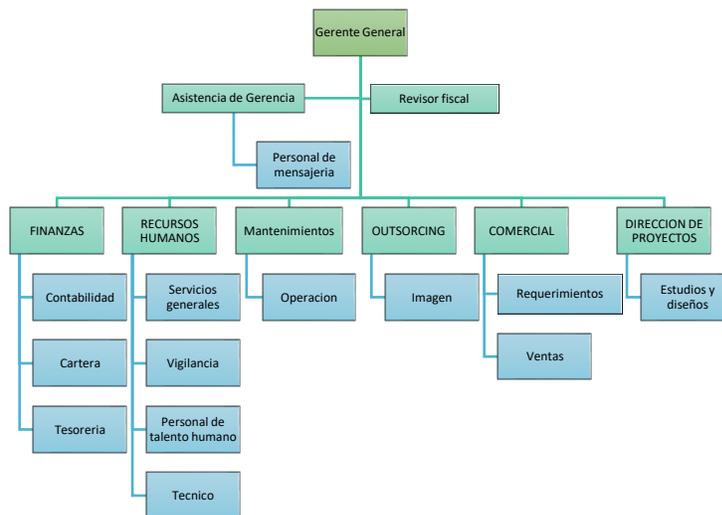
TABLA SALARIAL			
CONCEPTO	EMPLEADO	EMPLEADOR	OBSERVACIONES
			mínimos mensuales vigentes y hasta 16 salarios mínimos)
Dotación	Según		
Salud	4%	8.5%	
ARP		2.436%	Clase de riesgo III
SENA		2%	
Cajas de Compensación		4%	
ICBF		3 %	

3.4.3.12 Escala salarial.

Se relaciona los salarios de técnicos, tecnólogos, profesionales y magister en Colombia que aplicaría para el proyecto. **(Ingeniería)**

3.4.4 Estructura organizacional para la ejecución del proyecto.

Ilustración 38 Estructura organizacional en la operación del proyecto



Fuente: Grupo de trabajo

Para la operación de la planta generadora de Energía eléctrica a través de los paneles solares se requiere constituir una persona jurídica que administre durante toda la etapa de operación la gestión y buena marcha de la empresa, para ello se requiere analizar el tipo de persona jurídica de derecho privado que más se ajusta al perfil del negocio.

3.4.5 Definición de las personas jurídicas de derecho privado y tipos

Son aquellas personas Jurídicas que realizan actividades comerciales con o sin ánimo de lucro.

a) Asociaciones:

Es un instrumento por medio del cual los particulares, en ejercicio de la autonomía privada, coordinan sus esfuerzos o aportan bienes en realizar un fin común. De la unión organizada de una pluralidad de personas resulta un organismo social independiente de sus componentes (asociados, miembros), al que se denomina asociación. De acuerdo a los fines de lucro que busca la empresa Generadora de energía eléctrica opta por acogerse a la figura de la Sociedades por ser esta la que más se ajusta a este fin.

3.4.6 Gestión de recursos

Se plantea la entrada de cada recurso en cada cargo que entra a ejecutar la actividad dentro de la organización teniendo en cuenta el momento requerido y el tiempo de duración.

Tabla 52 Histograma gestión de recursos.

Cargos	Meses de cada año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gerente general	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Asistente de Gerencia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Operarios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Auxiliar de contabilidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x
Mensajero	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Secretaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniero eléctrico experto en plantas solares	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Asesor jurídico experto en temas energéticos		X	X	X					X	X	X	
Asesor tributario	X	X	X	X					X	X	X	X
Ingeniero de sistemas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x
Personal de seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Servicios Generales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Personal de talento humano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Basado en histogramas de la escuela.

3.4.7 Constitución de la organización

Toda sociedad debe registrarse para nacer a la vida jurídica y constituirse como persona jurídica con derechos y obligaciones ante el estado colombiano, en tal sentido los requisitos que debe incluir en el documento de constitución, sea escritura pública o documento privado son los siguientes:

Constitución: Nombres, apellidos, identificación y domicilio de las personas que intervienen como socios o accionistas (dirección de los constituyentes, para sociedades constituidas al amparo de la ley 1014). Las personas naturales deben indicar su nacionalidad, las personas jurídicas deben indicar la Ley, el Decreto, la escritura pública o documento privado, por medio de la cual fueron creadas, el número del NIT, domicilio y nombre del Representante Legal. Las personas jurídicas extranjeras deben acreditar su existencia con documento idóneo de su país de origen.

Indicar el tipo de sociedad que se constituye: Sociedad Anónima, Sociedad Limitada, Sociedad Colectiva, Sociedad en Comandita Simple, Sociedad en Comandita por Acciones, Empresa Unipersonal, Sociedad por Acciones Simplificada.

El nombre, denominación o razón social de la persona jurídica que se constituye. El nombre deberá formarse de acuerdo con las reglas previstas en Ley para cada tipo de sociedad. Antes de asignar el nombre a la sociedad, se debe verificar que no haya sido registrado anteriormente por otro empresario. (Ver Homonimia en el RUES)

Domicilio principal de la sociedad: ciudad o municipio que se escogió para desarrollar la actividad de la sociedad. Si en el acto de constitución se establecen sucursales, se debe indicar el municipio donde estarán ubicadas (Ejemplo: Bogotá, sucursal Neiva).

Objeto social: actividades principales que podrá desarrollar la persona jurídica (evite los objetos indeterminados). En el caso de las Empresas Unipersonales, las sociedades creadas en virtud de la Ley 1014 de 2006 y las SAS, se podrá establecer un objeto indeterminado. En este caso, usted podrá indicar en los estatutos que: “la sociedad podrá realizar cualquier objeto lícito de comercio” (Ver Guía No. 28 Constitución de SAS, Guía No. 24. ¿Cómo constituir y matricular una Empresa Unipersonal?)

Vigencia o término de duración de la sociedad. La vigencia deberá ser definida, (Ej: hasta el día 30 de mayo de 2011). En el caso de las Empresas Unipersonales, las sociedades creadas en virtud de ley 1014 de 2006 y las SAS, se podrá establecer una vigencia indefinida.

Capital social: se debe expresar el capital que se aporta y la forma en que éste está distribuido, es decir, el número de cuotas, acciones o partes de interés, de igual valor nominal, en que se dividirá y la forma en que serán distribuidas, si fuere el caso.

3.4.7.1 Costos de constitución de la sociedad

Cumplido los requisitos legales se debe proceder al registro mercantil en el cual están establecidas unas tarifas que depende del valor del capital de la sociedad, a manera académico y sirviendo como ejemplo vamos a suponer un valor de capital de cien millones de pesos (100.000.000) y que el tipo de sociedad a crear es una sociedad por Acciones Simplificadas – S.A.S. y que se compone de (3) socios, en efecto se obtienen los siguientes valores.

Tabla 53 Tabla de costos de Constitución empresa.

TIPO DE SOCIEDAD:	SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADAS – S.A.S
Capital suscrito	\$ 100.000.000
Número de socios	3
Documento Privado de Constitución autenticado por cada socio (3 Socios)	\$ 5.500
Derechos por Registro de Matricula	\$ 727.000
Impuesto de registro: Tarifa del 1.3% sobre el valor del capital social y capital suscrito	\$ 1.313.400
Inscripción de Actas exigidos por Ley	\$ 41.000
Inscripción de Libros Exigidos por Ley	\$ 27.200
Certificado de Existencia	\$ 5.500
Formulario de Registro Único Empresarial y Social - RUES:	\$ 5.500
Formulario PRE RUT	
Total:	2.084.100

Fuente: Cámara de Comercio de Neiva - Huila

3.4.7.2 Registro ante la DIAN (Dirección de Impuestos y Aduanas

Nacionales)

Una vez constituida la sociedad debe inscribirse ante la DIAN para la obtener el RUT (Registro Único Tributario), toda persona Natural o jurídica que deba cumplir obligaciones tributarias formales debe realizar este trámite.

3.4.8 Análisis estructura organizacional.

Se hace un análisis de los tipos de estructuras organizacionales más importantes para establecer la que mejor se ajusta a la necesidad de la organización en donde se establecen canales de autoridad y responsabilidad para una buena dirección y control de las actividades de la organización.

3.4.8.1 Definición de las personas jurídicas de derecho privado y tipos

Son aquellas personas Jurídicas que realizan actividades comerciales con o sin ánimo de lucro y las son de dos tipos:

Las que tienen fines de lucro se llaman sociedades civiles y comerciales, y las que no persiguen ganancias, son las corporaciones y fundaciones, relacionaremos aquellas de ánimo de lucro y comerciales por ser esta la que se ajusta al fin comercial de la planta.

3.4.9 Plan estratégico

3.4.9.1 Misión

Somos una organización dedicada a la generación de energía eléctrica a través de paneles solares amigables con el medio ambiente que contribuye al desarrollo del país generando bienestar y esperanza a las familias de los empleados y de los compradores.

3.4.9.2 Visión

Para el año 2025 seremos una organización con un gran liderazgo capaz de generar energía eléctrica con tecnología de punta amigable con el medio ambiente y líder en la región en la generación de energía eléctrica a través de paneles solares.

3.4.9.3 Objetivos estratégicos

- Implementar tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica utilizando al sol como fuente energética.
- Contribuir a la canasta energética del país

- Cumplir con el cuidado al medio ambiente.
- Estar en la vanguardia en el uso de tecnologías cada vez más amigables con el medio ambiente

3.4.9.4 Valores

- Respeto, gratitud y sensibilidad humana hacia las personas de la organización y fuera de esta.
- Respeto al medio ambiente en cada una de las actividades desarrolladas dentro y fuera de la organización.
- Realizar toda actividad de la organización con pasión, devoción exigiéndose al máximo el potencial humano.
- La felicidad como fin del ser humano reflejado en cada actividad realizada en la organización y fuera de ella.

3.4.9.5 Requerimientos y disponibilidad de personal administrativo

El proceso administrativo que se aplica en la organización para el logro de los objetivos y satisfacción de las necesidades lucrativas y sociales realizando debidamente su trabajo a través de una eficiente y eficaz gestión y aprovechando los recursos humanos, técnicos, materiales y de cualquier otro tipo, con los que cuenta la organización para hacerla efectiva, para sus stakeholders

3.4.9.6 Actividades

Se hace una relación de las actividades a realizar por la organización y se clasifican en estratégicas, realizadas por la organización directamente o si son subcontratadas.

Tabla 54 Clasificación estratégica de personal

ACTIVIDAD	ESTRATÉGICA	APOYO	INTERNA	EXTERNA
Mantenimiento de la planta	X		x	
Generación de energía	X		x	
Registro de energía generada	X		x	
Mensajería		X	x	X
Asesorías contables		X	x	
Asesorías Jurídicas		X	x	
Asesorías de imagen	X	X	x	
Mantenimiento de equipos	X		X	
Facturación	X	X	X	
Pago de nomina		X	X	

ACTIVIDAD	ESTRATÉGICA	APOYO	INTERNA	EXTERNA
Elaboración de estados financieros	X	X	X	
Pagos de impuestos		X		X
Pago de servicios públicos		X		X
Adquisiciones de implementos de oficina		X	X	
Almacenamiento de equipos		X	x	
Servicios generales		X	x	
Diseños	X	X	X	

Fuente: Tesis de grado PET ECI

3.4.9.7 Requerimientos recurso humano

Con el fin de cumplir los objetivos de la organización es necesario contar con recursos humanos con un alto nivel de competencia y conocimiento en este sentido se plantea el personal que haría parte de la organización necesario para que entra en operación con sus respectivos perfiles y funciones.

Tabla 55 Recurso humano

RECURSO INTERNO	RECURSO EXTERNO
Gerente general	Asesor jurídico experto en temas energéticos
Asistente de Gerencia	Asesor tributario
Operarios	Contador
Auxiliar de contabilidad	Ingeniero de sistemas
Mensajero	Personal de seguridad
Secretaria	Outsourcing RRHH
Ingeniero eléctrico experto en plantas solares	Servicios Generales
	Personal de talento humano
	Ingeniero en HSEQ
	Ingeniero de finanzas

3.4.9.8 profesionales y Funciones.

Se hace una descripción de los perfiles profesionales básicos para el personal a contratar en la etapa de operación, así como las funciones sin perjuicio que se haga ajustes a juicio del gerente de la organización.

Tabla 56 Perfil y funciones

CARGO	PERFIL	FUNCIONES	NIVEL JERÁRQUICO
Gerente General	Administrador de empresas titulado	Representar a la empresa	Nivel Directivo
	Posgrado en alta gerencia y en Gerencia Integral de proyectos	Ejecutar las disposiciones trazadas por la Junta Directiva	
	Experiencia mínima de cinco años como Gerente de empras del sector industrial	Trazar las políticas administrativas de la organización, los proyectos corporativos, negocios y presupuestos que serán sometidos a consideración de la Junta Directiva.	
	Conocimiento del negocio energético comprobado.	Dirigir el régimen interno de la Organización y su administración, cuidando que sus actividades se efectúen de conformidad con la ley, los Estatutos y los acuerdos de la Junta Directiva.	
	Habilidades gerenciales, de comunicación, ambientales, innovación y liderazgo.	Dirigir las relaciones públicas de Plaza Mayor con entidades estatales en los niveles nacional, departamental y local, organismos internacionales, empresas privadas y entre otras las organizaciones gremiales, de acuerdo con los intereses corporativos de la organización	
		Dar cuenta a la Junta Directiva de la marcha y estado de todas las actividades de Plaza Mayor, como la recaudación, inversiones y situación financiera de la organización.	
Asistente de Gerencia	Habilidades de comunicación, dirección, planeación, coordinación y	Apoyar operativamente en la ejecución de planes y actividades administrativas realizadas en la Dependencia o grupo de trabajo, contribuyendo con la aplicación de los procedimientos vigentes.	Nivel profesional

CARGO	PERFIL	FUNCIONES	NIVEL JERÁRQUICO
	<p>control de procesos industriales y administrativos</p> <p>Título profesional con experiencia mínima (3) años</p>	<p>Dar trámite a asuntos operativos y relacionados con la gestión de la Dependencia, por delegación directa de la autoridad, o por quien haga sus veces.</p> <p>Participar activamente en la gestión de la Dependencia, con el fin de alcanzar los objetivos y metas de la Dependencia</p>	
Contador público	Título profesional de contador público con experiencia mínima de tres (3) años	<p>Procesar, codificar y contabilizar los diferentes comprobantes por concepto de activos, pasivos, ingresos y egresos, mediante el registro numérico de la contabilización de cada una de las operaciones, así como la actualización de los soportes adecuados para cada caso, a fin de llevar el control sobre las distintas partidas que constituyen el movimiento contable y que dan lugar a los balances y demás reportes financieros</p> <p>Verificar que las facturas recibidas en el departamento contengan correctamente los datos fiscales de la empresa que cumplan con las formalidades requeridas.</p> <p>Revisar el cálculo de las planillas de retención de Impuesto sobre la renta del personal emitidas por los empleados, y realizar los ajustes en caso de no cumplir con las disposiciones.</p> <p>Llevar mensualmente los libros generales de Compras y Ventas, mediante el registro de</p>	Nivel asistencial

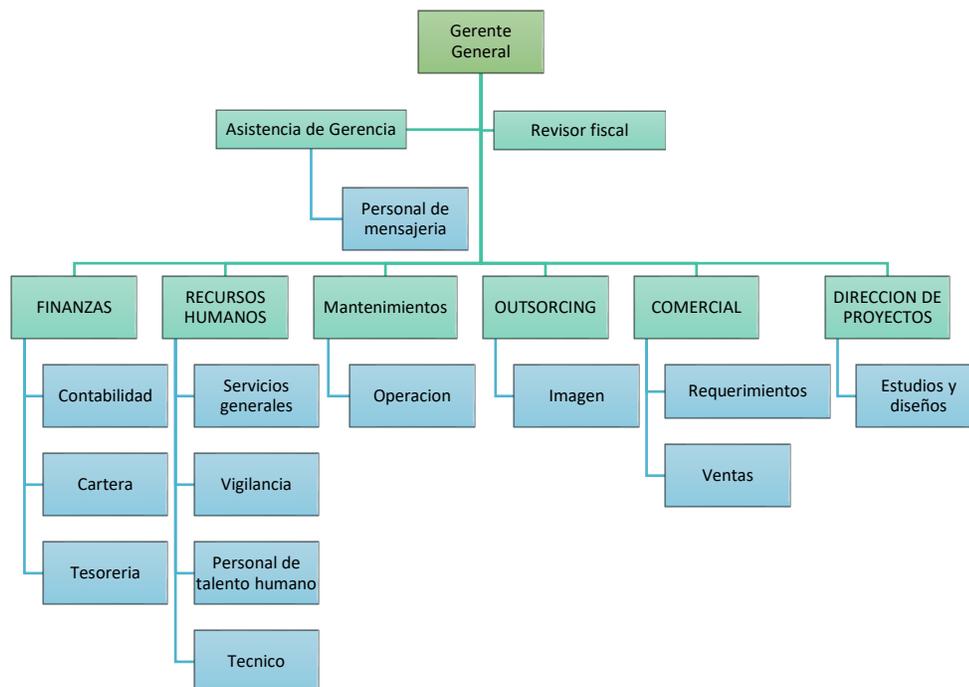
CARGO	PERFIL	FUNCIONES	NIVEL JERÁRQUICO
		facturas emitidas y recibidas a fin de realizar la declaración de IVA.	
Ingeniero eléctrico	Ingeniero eléctrico con conocimiento en generación de energía eléctrica a través de paneles solares con una experiencia mínima de 3 años.	Hacer revisión periódica y sistemática sobre los equipos, sistema eléctrico y electrónico, paneles solares y demás equipos que hagan parte de la generación de energía solar. Hará informe sobre el estado de la planta y mantendrá informado a diario a la gerencia sobre el estado de la planta. Hará inventario sobre las necesidades y elevara a presupuesto Hacer los mantenimientos aprobados por la Gerencia junto con el equipo de trabajo.	Nivel técnico.
Ingeniero de sistemas	Ingeniería en Sistemas Computacionales, Lic. en informática.	Desarrollador de aplicaciones sobre ambiente Web	Nivel profesional
	Experiencia mínima de 2 año en puestos similares	Ingeniero de software	
	Inglés (deseables conversaciones simples)	Desarrollador de aplicaciones sobre ambientes de bases de datos	
	Conocimientos en redes de voz y datos		
Abogado – asesor tributario	Profesional con título en derecho y especialización en tributario con experiencia	Brindar asesoría oportuna a la gerencia en materia tributaria, aranceles y cualquier cambio en la legislación tributaria.	Nivel asistencial

CARGO	PERFIL	FUNCIONES	NIVEL JERÁRQUICO
	especifica de tres (3) años como asesor tributarito.		
Asesor jurídico experto en temas energéticos	Profesional con título en derecho y especialización asuntos energéticos con experiencia específica de tres (3) años como asesor tributarito	Brindar asesoría oportuna a la gerencia en materia energética, aranceles y cualquier cambio en la legislación energética.	Asesor
Ingeniero en HSEQ	Profesional HSEQ experiencia específica de tres (3) años como ingeniero HSEQ CON con empresas del sector energético	<ul style="list-style-type: none"> Realizar y mantener actualizado el panorama de factores de riesgos del proyecto Diseñar, ejecutar y evaluar programas de gestión de riesgos del proyecto. 	
Servicios Generales	Tener experiencia mínimo dos años en labores de servicios generales en empresas	Atender los servicios generales de le empresas	Operativo
Secretaria	Capacidad de autogestión y de cumplir con varias tareas de forma simultánea.	Excelente redacción y ortografía	Nivel asistencial
	Tener buen sentido del humor, capacidad de innovación dentro de sus competencias.	Facilidad de expresión verbal y escrita	
	Habilidades comunicativas y de escucha	Buenas relaciones interpersonales	

CARGO	PERFIL	FUNCIONES	NIVEL JERÁRQUICO
	Con experiencia mínimo dos años como secretaria	Habilidades para el planeamiento, innovación, motivación, liderazgo y toma de decisiones.	
	Con experiencia mínimo dos años como secretaria.	Capacidad de trabajar en equipo y bajo presión.	
Operarios técnicos eléctricos	Técnico Superior Universitario en Electricidad	Determina el amperaje eléctrico de la plata y equipos.	Nivel técnico
	Experiencia específica de (2) año de experiencia progresiva de carácter operativo en el área de electricidad.	Chequea las condiciones eléctricas de equipos y artefactos	
	Instalar, mantener, probar y reparar equipos eléctricos industriales, controles eléctricos y electrónicos asociados, sistemas y equipos de distribución eléctrica	Ubica el cableado adecuado para la instalación de equipos y/o aparatos eléctricos.	
		Elabora informes periódicos de las actividades realizadas y mantendrá al ingeniero eléctrico informado.	
	Velar por el buen funcionamiento de equipos eléctricos, cableados, área de paneles solares y toso lo demás que esté relacionado con la planta electica.		
Mensajero	Experiencia mínima de tres (3) años en cargos similares	Radicación de documentos.	Nivel operacional
	Bachiller	Distribuir correspondencia y diversas encomiendas dentro y fuera de la organización, utilizando los medios de transporte necesarios para entregar oportunamente y en forma segura las mismas.	
	Manejo de información confidencial		

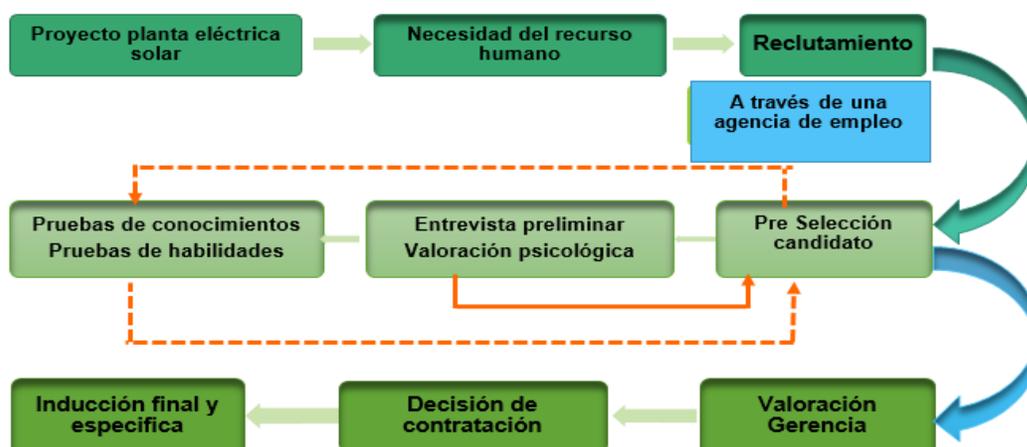
CARGO	PERFIL	FUNCIONES	NIVEL JERÁRQUICO
Personal de seguridad	Personal experto en seguridad con experiencia mínima tres (3) en empresas.	Ejercer la vigilancia y protección de bienes muebles e inmuebles, así como la protección de las personas que puedan encontrarse en los mismos.	
Auxiliar de contabilidad		Evitar la comisión de actos delictivos o infracciones en relación con el objeto de su protección. d. Poner inmediatamente a disposición de los miembros de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad a los delincuentes en relación con el objeto de su protección, así como los instrumentos, efectos y pruebas de los delitos, no pudiendo proceder al interrogatorio de aquéllos.	
		Llevar a cabo, en relación con el funcionamiento de centrales de alarma, la prestación de servicios de respuesta de las alarmas que se produzcan, cuya realización no corresponda a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.	
	Tener Mínimo 1 año de experiencia y manejo de programas contables	Elaboración de causaciones de todos los hechos económicos de la empresa tales como: (Gastos, facturas de venta departamento de energía, compras, nomina, depreciaciones, amortizaciones, contratos de obra y demás contratos etc.)	

3.4.11 Organigrama etapa de operación



3.4.9.9 Proceso de reclutamiento.

Se realiza un diagrama en donde se indica el proceso de reclutamiento y selección de personal por etapas que tiene como objetivo el reclutar y seleccionar al personal más idóneo para cualquiera de los puestos de trabajo en la organización.



3.4.9.10 Requerimientos de Obras Físicas, mobiliario, equipos y

suministro

Se hace una propuesta de los requerimientos de tecnológicos necesarios para que entrara a operar la empresa.

Tabla 57 Requerimientos tecnológico

RECURSOS TECNOLÓGICOS	
Computadores	Elementos de oficina
Impresoras – escáner	Instrumentos y herramientas
Cámara fotográfica	Internet
Medidores energéticos	Fax
Software	Fotocopiadora
Línea telefónica	Muebles de oficina

3.4.9.11. Requerimientos físicos:

Para efectos de la operabilidad administrativa de la planta se requiere se los siguientes elementos físicos:

Tabla 58 Requerimientos físicos

ELEMENTO	CANT	REQUERIMIENTO TÉCNICO
Escritorios de oficina en L	13	Estructura metálica, superficie en madera recubierta con formica. Dimensiones 1.5m x 1.2m x 0,6m (Altura: 0,6m)
Sillas giratorias con espaldar y rodachinas	13	Mecanismo mecánico de elevación para ajuste de altura. Tipo ergonómico, Espaldar y asientos tapizados en paño resistente unicolor.
Computadores	13	Sistema Operativo Android 5.X, Windows 8, iOS 8.x, Capacidad 64 GB (disponibles tanto para almacenamiento como para instalación de aplicaciones y software) Tecnología Estado sólido, MLC, eMMC o E2NAND3.0, Tecnología Estado sólido, MLC, eMMC o E2NAND3.0
Impresora	2	Epson EcoTank L575. Epson EcoTank L575, Conectividad inalámbrica y red Ethernet, Con EcoTank, sistema original de Tanque de Tinta de Epson.
Archivadores	4	Costados en lámina de acero cold rolled cal 22. Pintura en Polvo ecológica con fijación electrostática, Estructura Lamina de acero cold rolled cal 22 conformado. Pintura en polvo ecológica con fijación electrostática, Alturas: 71 - 101 - 132 cms, Anchos: 60 - 90 cms, Profundidad: 50 cms,

3.4.9.12 Costos y beneficios.

Costos

Tabla 59 Costos recurso humanos requeridos

RECURSOS HUMANOS							
Interno				Externo			
Descripción	Cant.	Vr/mes/un	Vr total	Descripción	Cant.	Vr/mes/un	Vr total
Gerente general	1	9.604.140	9.604.140	Asesor jurídico experto en temas energéticos	1	3.000.000	3.000.000
Asistente de Gerencia	1	2.068.584	2.068.584	Abogado asesor tributario	1	2.500.000	2.500.000
Operarios técnicos eléctricos	2	3.250.632	6.501.264	Contador publico	1	3.000.000	3.000.000
Auxiliar de contabilidad	1	2.156.795	2.156.795	Ingeniero de sistemas	1	2.500.000	2.500.000
Mensajero	1	1.713.527	1.713.527	Personal de seguridad	12	2.000.00	24.000.000
Secretaria	1	2.009.039	2.009.039	Servicios Generales	2	1.500.000	3.000.000
Ingeniero eléctrico experto en plantas solares	1	5.580.744	5.580.744	Ingeniero HSEQ en	1	2.000.000	2.000.000

Nota: los valores indicados incluyen las prestaciones sociales.

Beneficios:

En cara frente al proyecto se ha identificado los siguientes beneficios:

- Las sociedades por acciones simplificadas dan un tipo de beneficio a las empresas de tipo responsabilidad civil
- Responden hasta el monto de sus aportes por las obligaciones sociales
- Las sociedades por acciones simplificadas el proceso de registro y conformación es más simplificado que los demás tipos de sociedades.
- No es obligatorio tener revisor fiscal.

3.4.9.13 Conclusiones

- La Sociedad Simplificada por Acciones S.A.S tiene beneficios y flexibilidad es la de tipo organizacional, no está obligada a tener revisor fiscal.
- Responden hasta el monto de sus aportes por las obligaciones sociales
- El costo del recurso humano es más alto si se contrata mediante la modalidad de contrato a término fijo o indefinido que mediante contrato de prestación de servicios
- El personal de vigilancia es más flexible la contratación mediante Outsourcing RRHH

3.4.9.14 Recomendaciones

- Se recomienda crear la firma mediante Sociedad simplificada por Acciones S.A.S
- Contratar personal mediante contrato de prestación de servicios aquellos de requerimientos temporales tales como los definidos externos en la tabla No 58 – Costos recursos humano requerido
- El personal de vigilancia se recomienda contratar con una firma de vigilancia vigente legalmente constituida.

3.5 ESTUDIO DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSION Y FINANCIAMIENTO.

Mediante el presente estudio se presentará todos los costos, beneficios, presupuesto, inversión y financiamiento asociados al proyecto, con su respectiva clasificación y análisis de impacto sobre las decisiones del proyecto.

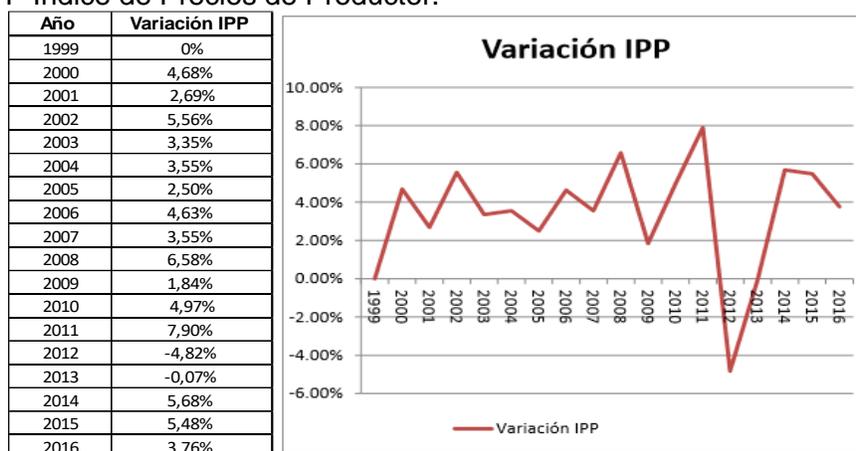
3.5.1 Hallazgos

3.5.1.1 Mercado No Regulado

En el Mercado No Regulado participan voluntariamente la industria y todos aquellos usuarios que tengan un alto consumo de energía. Actualmente un usuario no regulado es un consumidor con demandas de energía superiores o iguales a 55 MWh /mes. A diferencia del regulado, el precio de comercialización y generación se pacta libremente mediante un proceso de negociación entre el consumidor y el comercializador. (Asociación Colombiana de Generadores de Energía , 2018).

3.5.1.2 Costo de energía en mercado no regulado en contrato de energía indexado con el IPP

Tabla 60 IPP Índice de Precios de Productor.



Fuente: tomado del Banco de la República (s. f.)

Para poder considerar el precio probable de la energía eléctrica, se ha encontrado que es común tomar el IPP para indexar el cambio de precio de la energía de red. Para proyectar el IPP, se usa como referencia el resumen del índice

de precios del productor para producción nacional tomado del Banco de la República (s. f.), que se representa en la tabla 62.

Se refleja que el IPP una línea de tendencia aceptable con coeficiente de correlación, respecto al costo del mercado no regulado. Por eso, se califica esta variable como aleatoria, con un promedio de 3,44% anual. Se tiene que evaluar periodos de años anteriores, eligiendo valores medios y extremos históricos para los 15 años del horizonte de evaluación:

Valor medio IPP: 3,89%
 Valor máximo IPP: 7,90%
 Valor mínimo IPP: -0,07%

3.5.2. Alternativas analizadas.

3.5.2.1 Generación y comercialización

El componente de generación y comercialización tiene elementos para pactar precios de acuerdo con el mercado regulado o no regulado. Por lo tanto, la métrica está vinculada a los periodos promedios, estacionales y a la escasez que se pueda presentar durante algún periodo de tiempo. Representado en la tabla 60. Así:

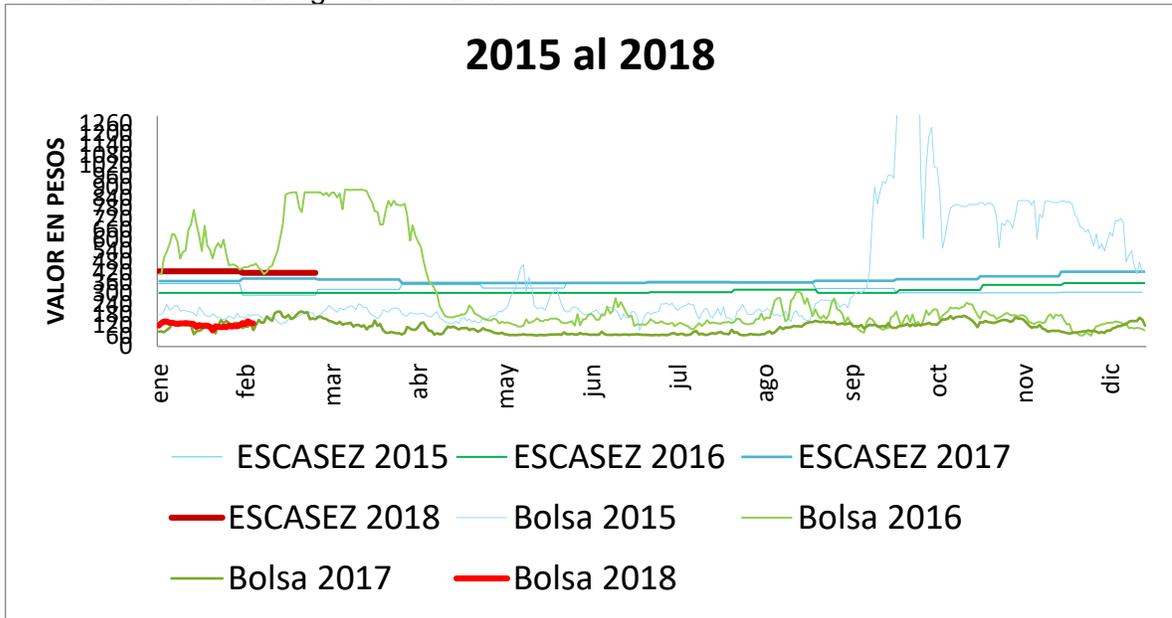
Tabla 61 Valor de KM/H en Escasez

Componente	Descripción	Valores Referentes
Regulado	Transmisión, distribución, restricciones, pérdidas, cargo de confiabilidad y garantía financiera, entre otros	\$ 494
No Regulado	Generación y comercialización	\$ 122

El componente fijo del precio, es decir, transmisión, distribución, restricciones, pérdidas, cargo de confiabilidad y garantía financiera, entre otros, se toma como registro de facturas de Electrificadora del Huila, en el 2018.

Bajo la descripción que presenta la tabla 64, se encuentra que los periodos de escasez aumenta el valor de Kv/h, obligando a las entidades gubernamentales, a tomar medidas de maera que rtengan diversificación en sus fuentes energéticas. Este componente del precio de la energía depende de políticas energéticas y problemas de seguridad, entre otros. Por eso no es razonable buscar una línea de tendencia y se evalúa de acuerdo con el promedio.

Tabla 62 Escasez de Energía 2015 - 2018



Gráfica (DANE, s.f.)

Estimación del precio de energía en Bolsa, por observación de registros históricos durante fechas con fenómenos climáticos extremos

Tabla 63 Precio de energía en la Bolsa

	Variable	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo
	Clima	Lluvia	Intermedio	Sequía
	Año	2017	2018	2019
	Precio de Bolsa probable COP\$/kWh	140	200	500
	Precio de Bolsa optimista, mínimo COP\$/kWh	120	140	300
	Precio de Bolsa pesimista, máximo COP\$/kWh	200	300	600
Risk PERT	Aleatorio componente negociable COP\$/kWh	146,7	206,7	483,3
Risk normal	Aleatorio componente fijo COP\$/kWh	153,6	153,6	153,6
	TOTAL estimado precio de Bolsa COP\$/kWh	300,3	360,3	636,9

Gráfica. Comportamiento de generación, según el promedio. EPM

3.5.2.2 Supuestos Básicos utilizados.

Supuestos Macroeconómicos

Los indicadores económicos que se contemplan para el proyecto son: el Índice de Precios del Consumidor (IPC) con el que se proyectaran los incrementos del

proyecto año tras año, La Tasa Representativa del mercado (TRM) para temas de cambiarios y divisas y la Tasa de Dinero a Terminio Fijo (DTF) con el que se realizaran análisis sobre costos de capital y endeudamiento.

Tabla 64 Estimación IPC, TRM y DTF

AÑO	2018	2019	2020
IPC	3.10%	3.10%	2.19%
TRM(US)	\$2.980	\$3.010	\$ 2.846
DTF	5,80%	4,70%	4,70%

Parámetros del Proyecto.

Tabla 65 Parámetro del Proyecto

Costo del proyecto fotovoltaico 5MW en Aipe, Huila			
Item	Costo para 20MW dados en USD/MW	Costo para 5MW dados en USD/MW	Costo para 5MW dados en COP
Obras civiles	\$317,598	\$79,400	\$1,145,734,785
Adecuación del terreno (excavación, señalización, cimentación)	\$252,406	\$63,102	\$910,554,645
Vías de acceso	\$61,192	\$15,298	\$220,750,140
Campamentos	\$4,000	\$1,000	\$14,430,000
Equipos mecánicos	\$1,770,456	\$442,614	\$11,355,952,168
Paneles	\$898,597	\$224,649	\$8,210,720,825
Seguidor (elemento mecánico utilizado para girar el panel de acuerdo a los rayos del sol)	\$544,702	\$136,176	\$1,965,012,465
Estructura de soporte	\$327,157	\$81,789	\$1,180,218,878
Equipos eléctricos	\$674,047	\$168,512	\$2,431,624,553
Inversor	\$289,512	\$72,378	\$1,044,414,540
Otros eléctricos (equipos de maniobra eléctrica, cableado, puestas a tierra, insumos y consumibles)	\$270,000	\$67,500	\$974,025,000
Subestación	\$114,535	\$28,634	\$413,185,013
Costos propietarios	\$132,452	\$60,527	\$1,003,274,610
Predios	\$83,900	\$20,975	\$302,669,250
Interconexiones a red (longitud de la línea de	\$48,552	\$48,552	\$700,605,360

Costo del proyecto fotovoltaico 5MW en Aipe, Huila			
transmisión de la central al punto de interconexión) (contador)			
Costos fijos (anual)	\$41,146	\$10,286	\$173,430,588
Operación y mantenimiento fija principal - año	\$26,454	\$6,614	\$95,432,805
Mantenimiento de líneas y subestaciones - año	\$1	\$0.172	\$25,000,000
Mantenimiento de vías - año	\$1,836	\$459	\$6,623,370
Costo por conexión*	\$12,855	\$3,214	\$46,374,413
Seguros (anual)	\$31,658	\$7,915	\$114,206,235
Cargos de ley (anual)	\$39,340	\$9,835	\$141,919,598
Impuesto de industria y comercio	\$0	\$0	\$548
Predial	\$39,340	\$9,835	\$141,919,050
Total montaje para las 5MW			\$15,982.160.000
Total operación para las 5MW			\$383.980.000
Total	\$3,006,697	\$779,088	\$16,366.140.000
* El costo por conexión se realiza por un año, en el periodo del montaje			

Elaboracion Propia

3.5.3 Costos y beneficios: consolidación, clasificación y cuantificación de costos y beneficios asociados al proyecto.

Los costos y beneficios resultantes de los diferentes estudios de la formulación del proyecto se identifican y recopilan a continuación junto con una breve descripción.

3.5.3.1 Identificación y Alineación Estratégica del Proyecto IAEP

Tabla 66 costo IAEP

IAEP	COSTO
Análisis y Alineación estratégica	\$ 1.350.000
Planteamiento del proyecto	\$ 552.000
Valor	\$ 1.902.000

3.5.3.2 Estudio de Mercado

Tabla 67 Estudio de Mercado

ESTUDIO DE MERCADO	COSTO
Estudio de Mercado	\$ 1.656.000
Valor	\$ 1.656.000

3.5.3.3. Estudio Técnico

A continuación, se presentan los costos de los equipos y servicios de instalación asociados al montaje y la adquisición del proyecto. El costo unitario (\$US/W) de la planta solar se obtiene dividiendo el costo total del proyecto entre la potencia nominal del sistema:

Tabla 68 Cost de proyecto Fotovoltaico %MW en Aipe, Huila

COSTO DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO 5MW EN AIPE, HUILA	
ÍTEM	COSTO PARA 5MW DADOS EN COP/KW
Obras civiles	\$230,258,550
Equipos mecánicos	\$1,283,580,600
Equipos eléctricos	\$488,684,075
Costos indirectos	\$669,030,725
Costos propietarios	\$9,062,219,374
Costos fijos	\$29,830,850
Manejo ambiental	\$2,600,575
Seguros	\$22,843
Cargos de ley	\$36,018,725
Predial	\$28,386
Total Moneda/kW	\$16,366.140.000

Fijando la tasa representativa del Dólar estadounidense (\$US) al Pesó colombiano (\$COP) equivalente a: \$1 US = \$2,900 COP

3.5.3.4 Estudio Ambiental

Tabla 69 Costo Estudio Ambiental

VALOR DEL PROYECTO	TARIFA MÁXIMA
Hasta USD 684.592 aproximadamente	0.6%
Entre USD 684.592 y USD 2.7 millones aproximadamente	0.5%
Mas de USD 2.7. millones aproximadamente	0.4%

3.5.3.5 Clasificación de Costos

Tabla 70 Clasificación de Costos

CLASIFICACION DE COSTOS Y BENEFICIOS					
Estudio	Descripcion	COSTOS			INGRESO
		Inversion	Costo	Gasto	
MERCADOS	Ingresos operacionales por la km/H				X
	Costo materiales y equipos		X		
	Costo de personal de la planta.		X		
	Gastos de ventas.			X	
	Gastos de administración			X	
TECNICOS	Compra de Equipos	X			
	Arriendo instalaciones Admon			X	
	Compra de vehículo.	X			
	Instalacion Planta	X			
	Adecuaciones civiles Planta	X			
	Instalaciones eléctricas e hidraulicas	X			
	Equipo de Oficina	X			
	Agua Consumo			X	
	Luz Consumo kw			X	
	Sistema de Seguridad	X			
	Gestion calidad	X			
AMBIENTALES	Plan de Manejo Ambiental	X			
	Licencias	X			
ADMINISTRATIVO	Administración y pago de contratos con externos por honorarios			X	
	Administración y pagos de nómina interna: salarios, prestaciones sociales y otros conceptos asociados			X	
	Selección de personal y administración del mismo			X	

3.5.5. Presupuestos:

3.5.3.6 Beneficios

Hace parte de la evaluación de proyectos identifica los ingresos y egresos que genera el proyecto en su ejecución, permitiendo que se calcule la rentabilidad. Con esto juzga el flujo de caja o fondos (Mokate, 2004). Así, el inversionista sabe si la inversión tendrá retorno en el tiempo esperado y podrá comparar este proyecto con otras opciones de inversión priorizando por rentabilidad.

Tabla 71 Beneficios por desarrollo del proyecto

OPORTUNIDAD DE MEJORA	PREMISAS USADAS PARA LA SIMULACIÓN
Eliminar el cargo por respaldo	Eliminar y reglamentar el cargo por respaldo para auto generadores que usen fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER). En esta simulación se lleva a cero (0) COP\$.
Eliminar la renta presuntiva	Se lleva a cero la renta presuntiva para inversiones hechas en fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER).
Vender excedentes	Se asegura la venta del 100% de la energía excedente a un precio de 100 COP\$/kWh. Este precio es para el componente de generación no regulado y es más bajo que el promedio de Bolsa, según la Figura 1 de la página 35, permitiendo así un margen para la transmisión.
Beneficio tributario	Directo del 50% de la inversión, el primer año Se suma el 25% de la inversión en el sistema solar fotovoltaico directamente de la utilidad antes de impuestos en el primer año, que representa una reducción en el impuesto de renta para el flujo de caja.

3.5.5.7. Flujo de Caja

INGRESOS: Basado en el estudio de mercado, la demanda que atenderá el Proyecto y el precio de venta para cada uno de los periodos del Proyecto realice:

FLUJO DE CAJA NETO															
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
INGRESOS OPERACIONALES															
Ingresos Operacionales		\$ 1,092.4	\$ 1,136.1	\$ 1,181.6	\$ 1,228.8	\$ 1,278.0	\$ 1,329.1	\$ 1,382.3	\$ 1,437.6	\$ 1,495.1	\$ 1,554.9	\$ 1,617.1	\$ 1,681.7	\$ 1,749.0	\$ 1,819.0
SUBTOTAL INGRESOS		\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819
COSTOS INVERSION															
Lote - Ubicación Planta	\$ 303														
Muebles y Equipo de Oficina	\$ 106														
Sotware	\$ 18														
Equipos de Computo	\$ 28														
Vehiculo	\$ 40														
Planta Electrica	\$ 16,079														
TOTAL INGRESOS	\$ 16,574	\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819

3.5.6.8 Inversiones

Se determina como inversión inicial en activos fijos, activos intangibles, capital de trabajo en el momento cero.

Tabla 72 Inversión Proyecto

INVERSION	
Lote - Ubicación Planta	\$ 303
Muebles y Equipo de Oficina	\$ 106
Sotware	\$ 18
Equipos de Computo	\$ 28
Vehiculo	\$ 40
Planta Electrica	\$ 16,079

Tabla 73 Flujo de Caja Operación

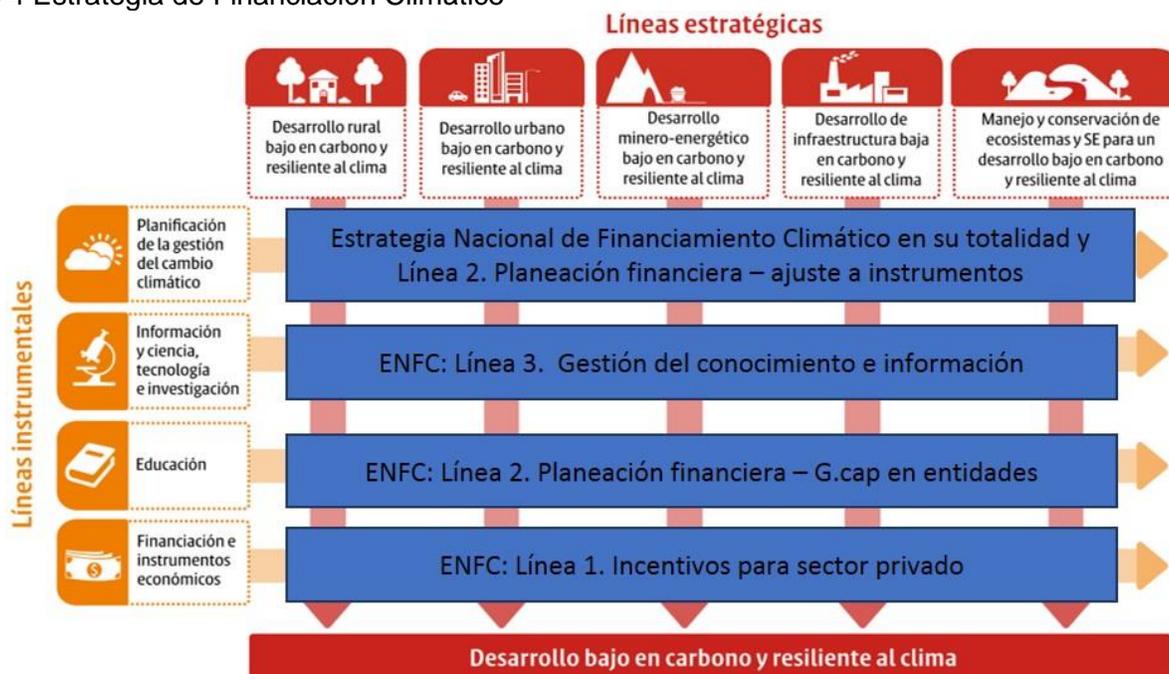
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO PLANTA SOLAR															
1 de enero a 31 de diciembre															
Millones de pesos															
FLUJO DE CAJA NETO															
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
INGRESOS OPERACIONALES															
Ingresos Operacionales		\$ 1,092.4	\$ 1,136.1	\$ 1,181.6	\$ 1,228.8	\$ 1,278.0	\$ 1,329.1	\$ 1,382.3	\$ 1,437.6	\$ 1,495.1	\$ 1,554.9	\$ 1,617.1	\$ 1,681.7	\$ 1,749.0	\$ 1,819.0
SUBTOTAL INGRESOS		\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819
COSTOS INVERSION															
Lote - Ubicación Planta	\$ 303														
Muebles y Equipo de Oficina	\$ 106														
Sotware	\$ 18														
Equipos de Computo	\$ 28														
Vehiculo	\$ 40														
Planta Electrica	\$ 16,079														
TOTAL INGRESOS	\$ 16,574	\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819
FLUJO DE CAJA PROYECTO															
INGRESOS		\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819
Depreciaciones	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085				
COSTOS FIJOS	\$ 295	\$ 268	\$ 279	\$ 290	\$ 302	\$ 314	\$ 326	\$ 339	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430	
COSTOS VARIABLES	\$ 247	\$ 257	\$ 267	\$ 277	\$ 288	\$ 300	\$ 312	\$ 324	\$ 337	\$ 350	\$ 364	\$ 379	\$ 394	\$ 409	
IMPUESTO DE RENTA	\$ 96	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	
COSTOS DE INVERSION	\$ 16,574														
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 16,574	\$ 637	\$ 667	\$ 688	\$ 710	\$ 733	\$ 756	\$ 780	\$ 806	\$ 832	\$ 860	\$ 888	\$ 918	\$ 949	\$ 981
FLUJO DE CAJA	-\$ 16,574	\$ 455	\$ 469	\$ 493	\$ 519	\$ 545	\$ 573	\$ 602	\$ 632	\$ 663	\$ 695	\$ 729	\$ 764	\$ 800	\$ 838
	\$ 16,574	\$ 716	\$ 713	\$ 747	\$ 717	\$ 758	\$ 801	\$ 845	\$ 891	\$ 939	\$ 988	\$ 1,039	\$ 1,093	\$ 1,148	\$ 1,205

3.5.7 Fuentes de Financiación

En Colombia, el desarrollo de proyectos de impacto ambiental va en aumento por los incentivos del estado y la preocupación por el cuidado de los recursos naturales. Por lo tanto, las como posibles alternativas de financiación que, frente a este tipo de proyectos, son los siguiente:

- Inversionista Privado.
- Entidades Gubernamentales.
- Entidades de fomento al Desarrollo de País.

Tabla 74 Estrategia de Financiación Climático



I

Grafica (<https://finanzasdelclima.dnp.gov.co>, s.f.)

3.5.7.1 Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El BID tiene iniciativas como Idear Soluciones para los emprendedores e innovadores Latinoamericanos.

3.5.7.2 Findeter

Por ser un banco de segundo piso, los créditos FINDETER se otorgan a 15 años, incluidos hasta 3 de gracia. Es decir que los beneficiarios cuentan con los mayores plazos de pago y de gracia actualmente en el mercado. Otra ventaja es que la

entidad no tiene penalidades en los pagos anticipados y prepagos de deuda, lo que conduce a que, si el beneficiario tiene excedentes en su flujo de caja, pueda hacer abonos anticipados sin ninguna clase de penalidad.

3.5.7.3 Corporación Financiera Internacional

La Corporación Financiera Internacional (IFC), entidad del Grupo Banco Mundial, es la principal institución internacional de desarrollo dedicada exclusivamente al sector privado en los países en desarrollo.

3.5.7.4 Tipos de Crédito

Tabla 75 Tipos de Crédito

Tipos de Créditos	
Entidad	Descripción
Bancóldex	Intermediación
Findeter	Redescuento
Bancolombia/Davivienda/Santander	Línea Verde: financia los proyectos que te ayudan a mejorar la eficiencia energética de los procesos de tu empresa con energía renovable y métodos de producción más limpios

Según Omar Prias, director del Programa Estratégico Nacional en Sistemas de Gestión Integral de Energía (Asociación Colombiana de Generadores de Energía, 2018), “en los últimos cinco años han proliferado en el país las ofertas de crédito del sector financiero para apoyar proyectos de eficiencia energética y fuentes renovables”. (Portafolio, 2015)

3.5.8 Construcción de estados financieros

3.5.8.1 Estado de situación Financiera

Tabla 76 Estado de la Situación Financiera

MONTAJE DE UNA PLANTA SOLAR DE HASTA 5 MW, EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.															
Estados de Situación Financiera															
1 enero a 31 de diciembre															
Millones de pesos															
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Activos															
Caja Efectivo		\$ 546	\$ 107	\$ 669	\$ 2,310	\$ 2,827	\$ 3,313	\$ 3,768	\$ 4,189	\$ 4,577	\$ 4,928	\$ 5,242	\$ 5,518	\$ 5,753	\$ 5,946
Deudores comerciales		\$ 18.2	\$ 18.9	\$ 19.7	\$ 20.5	\$ 21.3	\$ 22.2	\$ 23.0	\$ 24.0	\$ 24.9	\$ 25.9	\$ 27.0	\$ 28.0	\$ 29.2	\$ 30.3
Activo Corriente	\$ -	\$ 564	\$ 88	\$ 649	\$ 2,289	\$ 2,805	\$ 3,291	\$ 3,745	\$ 4,165	\$ 4,552	\$ 4,902	\$ 5,215	\$ 5,490	\$ 5,724	\$ 5,916
Lote - Ubicación Planta	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303	\$ 303
Valorización Lote - Ubicación Planta			\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18
Muebles	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106	\$ 106
Depreciacion Muebles		\$ 7	\$ 14	\$ 21	\$ 28	\$ 35	\$ 43	\$ 50	\$ 57	\$ 64	\$ 71	\$ 78	\$ 85	\$ 92	\$ 99
Vehiculo	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40	\$ 40
Depreciacion vehiculos		\$ 3	\$ 5	\$ 8	\$ 11	\$ 13	\$ 16	\$ 19	\$ 21	\$ 24	\$ 27	\$ 29	\$ 32	\$ 35	\$ 37
Equipo Computo	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28	\$ 28
Depreciacion Computo		\$ 2	\$ 4	\$ 6	\$ 7	\$ 9	\$ 11	\$ 13	\$ 15	\$ 17	\$ 19	\$ 20	\$ 22	\$ 24	\$ 26
ERP	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18
Depreciacion pag web		\$ 1	\$ 2	\$ 4	\$ 5	\$ 6	\$ 7	\$ 8	\$ 10	\$ 11	\$ 12	\$ 13	\$ 14	\$ 16	\$ 17
Planta Energetica	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079	\$ 16,079
Depreciacion Planta		\$ 1,085	\$ 2,169	\$ 3,254	\$ 4,339	\$ 5,424	\$ 6,508	\$ 7,593	\$ 8,678	\$ 9,763	\$ 10,847	\$ 11,932	\$ 13,017	\$ 14,101	\$ 15,186
Prop Plant y Equip	\$ 16,574	\$ 15,490	\$ 14,425	\$ 13,342	\$ 12,258	\$ 11,175	\$ 10,092	\$ 9,008	\$ 7,925	\$ 6,842	\$ 5,758	\$ 4,675	\$ 3,591	\$ 2,508	\$ 1,425
Activos de largo plazo	\$ 16,574	\$ 15,490	\$ 14,425	\$ 13,342	\$ 12,258	\$ 11,175	\$ 10,092	\$ 9,008	\$ 7,925	\$ 6,842	\$ 5,758	\$ 4,675	\$ 3,591	\$ 2,508	\$ 1,425
Total Activo	\$ 16,574	\$ 16,055	\$ 14,337	\$ 12,692	\$ 9,969	\$ 8,370	\$ 6,801	\$ 5,263	\$ 3,759	\$ 2,290	\$ 856	\$ 540	\$ 1,898	\$ 3,216	\$ 4,491
Pasivo															
Obblig Fin															
Cesantias e Int cesantias		\$ 20	\$ 21	\$ 22	\$ 23	\$ 24	\$ 25	\$ 26	\$ 27	\$ 28	\$ 29	\$ 30	\$ 31	\$ 33	\$ 34
Salud pensión y ARL y parafiscales		\$ 5	\$ 5	\$ 6	\$ 6	\$ 6	\$ 6	\$ 7	\$ 7	\$ 7	\$ 8	\$ 8	\$ 9	\$ 9	\$ 10
CxP empleados		\$ 25	\$ 26	\$ 27	\$ 29	\$ 30	\$ 31	\$ 32	\$ 34	\$ 35	\$ 37	\$ 38	\$ 40	\$ 42	\$ 43
Provision		\$ 1,238	\$ 1,128	\$ 1,094											
Impuestos por pagar		\$ 96	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142
Pasivo Corto Plazo		\$ 1,263	\$ 1,154	\$ 1,121	\$ 29	\$ 30	\$ 31	\$ 32	\$ 34	\$ 35	\$ 37	\$ 38	\$ 40	\$ 42	\$ 43
Obblig Fin	\$ 16,574	\$ 15,500	\$ 14,421	\$ 13,338	\$ 12,251	\$ 11,159	\$ 10,063	\$ 8,963	\$ 7,858	\$ 6,749	\$ 5,635	\$ 4,517	\$ 3,395	\$ 2,268	\$ 1,136
Pasivo Largo Plazo	\$ 16,574	\$ 15,500	\$ 14,421	\$ 13,338	\$ 12,251	\$ 11,159	\$ 10,063	\$ 8,963	\$ 7,858	\$ 6,749	\$ 5,635	\$ 4,517	\$ 3,395	\$ 2,268	\$ 1,136
Total Pasivos	\$ 16,574	\$ 16,763	\$ 15,575	\$ 14,460	\$ 12,237	\$ 11,112	\$ 9,998	\$ 8,884	\$ 7,997	\$ 6,681	\$ 5,586	\$ 4,499	\$ 3,420	\$ 2,275	\$ 1,180
Patrimonio															
Capital															
Reserva legal		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Provision															
Utilidad neta		\$ 708	\$ 690	\$ 667	\$ 633	\$ 602	\$ 576	\$ 538	\$ 504	\$ 475	\$ 434	\$ 396	\$ 358	\$ 313	\$ 271
Utilidades ejercicios Anteriores		\$ 566.31	\$ 1,119	\$ 1,652	\$ 2,158	\$ 2,640	\$ 3,101	\$ 3,531	\$ 3,935	\$ 4,314	\$ 4,661	\$ 4,978	\$ 5,264	\$ 5,515	\$ 5,743
Valorización Lote - Ubicación Planta		\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18	\$ 18
Total Patrimonio		\$ 708	\$ 1,238	\$ 1,768	\$ 2,267	\$ 2,743	\$ 3,198	\$ 3,621	\$ 4,018	\$ 4,391	\$ 4,730	\$ 5,039	\$ 5,318	\$ 5,559	\$ 5,768
Total Pasivo + Patrimonio	\$ 16,574	\$ 16,055	\$ 14,337	\$ 12,692	\$ 9,970	\$ 8,370	\$ 6,801	\$ 5,264	\$ 3,759	\$ 2,290	\$ 856	\$ 541	\$ 1,898	\$ 3,216	\$ 4,491
Activo-Pasivo+Patrimonio	\$ -	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

3.5.8.2 Estado de Resultados Integral

Tabla 77 Estado de Resultados integral

MONTAJE DE UNA PLANTA SOLAR DE HASTA 5 MW, EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.															
Estado de Resultados Integral															
1 enero a 31 de diciembre															
Millones de pesos															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	0	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
+ Ingresos Operacionales		1,092.43	1,136.12	1,181.57	1,228.83	1,277.98	1,329.10	1,382.27	1,437.56	1,495.06	1,554.86	1,617.06	1,681.74	1,749.01	1,818.97
- Costos ventas		246.53	256.76	266.91	277.46	288.44	299.86	311.73	324.08	336.93	350.28	364.15	378.59	393.61	409.24
= Utilidad Bruta	-	845.89	879.37	914.66	951.37	989.54	1,029.24	1,070.53	1,113.47	1,158.13	1,204.58	1,252.91	1,303.15	1,355.39	1,409.73
Depreciaciones		1,085													
Administración	-	295.05	268.38	279.13	290.31	301.94	313.78	326.35	339.42	353.02	367.16	381.87	397.16	413.07	429.62
Salarios Administrativos		292.72	265.97	276.62	287.70	299.23	311.21	323.68	336.64	350.13	364.15	378.74	393.92	409.70	426.11
Dotacion		1.12	1.17	1.21	1.26	1.31	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.66	1.73	1.80	1.87
Otros (servicios publicos...)		1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.46	1.52	1.58	1.64
Ventas	-	12.00	12.48	12.98	13.50	14.04	14.60	15.18	15.79	16.42	17.08	17.76	18.47	19.21	19.98
Arrendos		12.00	12.48	12.98	13.50	14.04	14.60	15.18	15.79	16.42	17.08	17.76	18.47	19.21	19.98
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operación vehiculo		0.001													
Gastos de combustible y otros		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
- Gastos operacionales	-	1,391.78	1,365.59	1,376.84	1,388.54	1,400.71	1,413.11	1,426.26	1,439.94	1,454.17	1,468.97	1,484.36	1,500.37	1,517.01	1,534.33
= Utilidad Operacional	-	545.88	486.23	462.18	437.17	411.17	383.86	355.73	326.46	296.03	264.39	231.45	197.22	161.62	124.60
+ Otros ingresos															
- Gastos financieros					66.30	62.00	57.68	53.35	49.00	44.64	40.25	35.85	31.43	27.00	22.54
Utilidad antes de impuestos	-	612.18	548.22	519.86	490.53	460.17	428.50	395.98	362.32	327.47	291.38	253.99	210.80	170.69	129.15
- Impuesto de renta		95.71	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12	142.12
= Utilidad Neta	-	707.89	690.35	661.99	632.65	602.29	570.62	538.10	504.44	469.59	433.50	396.11	352.92	312.81	271.27

3.5.8.3 Flujo de Efectivo

Tabla 78 Flujo de Efectivo

MONTAJE DE UNA PLANTA SOLAR DE HASTA 5 MW, EN EL MUNICIPIO DE AIPE, HUILA.															
FLUJO DE EFECTIVO															
1 enero a 31 de diciembre															
Millones de pesos															
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ingresos de contado 80%		\$ 874	\$ 909	\$ 945	\$ 983	\$ 1,022	\$ 1,063	\$ 1,106	\$ 1,150	\$ 1,196	\$ 1,244	\$ 1,294	\$ 1,345	\$ 1,399	\$ 1,455
Ingresos de credito 20% - 11 meses		\$ 200	\$ 208	\$ 217	\$ 225	\$ 234	\$ 244	\$ 253	\$ 264	\$ 274	\$ 285	\$ 296	\$ 308	\$ 321	\$ 333
Cobro CxC			\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.02	\$ 0.03	\$ 0.03	\$ 0.03	\$ 0.03
Prestamo	\$ 16,574														
Fondo Social		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total Ingresos	\$ 16,574	\$ 1,074	\$ 1,117	\$ 1,162	\$ 1,208	\$ 1,257	\$ 1,307	\$ 1,359	\$ 1,414	\$ 1,470	\$ 1,529	\$ 1,590	\$ 1,654	\$ 1,720	\$ 1,789
Lote - Ubicación Planta	\$ 303														
Muebles y Equipo de Oficina	\$ 106														
Software	\$ 18														
Equipos de Computo	\$ 28														
Vehiculo	\$ 40														
Planta Construcion	\$ 15,983														
Operación y mantenimiento fija principal		\$ 127	\$ 132	\$ 137	\$ 143	\$ 149	\$ 155	\$ 161	\$ 167	\$ 174	\$ 181	\$ 188	\$ 196	\$ 203	\$ 212
Polizas		\$ 114	\$ 119	\$ 123	\$ 128	\$ 133	\$ 139	\$ 144	\$ 150	\$ 156	\$ 162	\$ 169	\$ 175	\$ 183	\$ 190
Licencia Ambiental	\$ 96		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Pago periodo anterior			\$ 1,238	\$ 1,128	\$ 1,094	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Impuesto de renta año anterior			\$ 96	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142
Pago de salarios															
Cuota credito					\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141	\$ 1,141
Total Egresos	\$ 16,574	\$ 528	\$ 1,770	\$ 1,724	\$ 2,849	\$ 1,774	\$ 1,793	\$ 1,814	\$ 1,835	\$ 1,857	\$ 1,880	\$ 1,904	\$ 1,929	\$ 1,955	\$ 1,982
Ingresos - Egresos	\$ 0	\$ 546	\$ 653	\$ 562	\$ 1,641	\$ 517	\$ 486	\$ 455	\$ 422	\$ 387	\$ 351	\$ 314	\$ 275	\$ 235	\$ 193
Saldo Anterior		\$ 0	\$ 546	\$ 107	\$ 669	\$ 2,310	\$ 2,827	\$ 3,313	\$ 3,768	\$ 4,189	\$ 4,577	\$ 4,928	\$ 5,242	\$ 5,518	\$ 5,753
Saldo Final	\$ 0	\$ 546	\$ 107	\$ 669	\$ 2,310	\$ 2,827	\$ 3,313	\$ 3,768	\$ 4,189	\$ 4,577	\$ 4,928	\$ 5,242	\$ 5,518	\$ 5,753	\$ 5,946

3.5.9 Conclusiones

- Existen fuentes de financiación a tasa de intereses a bajo costo como lo es Findeter, quien promueve proyectos de desarrollo como lo es la Energía solar, entre otros. Lo realiza por medio de entidades Bancarias como Bancolombia o Davivienda, quienes son los intermediarios a una tasa de interés del 4% EA.
- Para el cálculo de los costos de energía, este proyecto se vincula el índice de precios del productor (IPP), debido a que se evalúa, teniendo contratos a largo plazo en el mercado no regulado de la energía.
- El mercado de la energía salen tres tipos de escenarios a evaluar, de No regulado, regulado y cargo por bolsa. Haciendo de esto un ejercicio dinámico y permite ubicarlo en la opción más rentable desde que se ajuste al perfil técnico.

3.5.10 Recomendaciones

Para el manejo financiero del proyecto se deberá tenerse en cuenta la Ley 1715 de 2014, debido que por medio de esta se logrará cumplir con la viabilidad económica de proyecto e incentiva su creación.

Descripción de la Ley

- Política energética: No existe una política energética en materia de generación distribuida con Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) de pequeña escala, desarrollada por o para usuarios medianos y pequeños, conectados a las redes de distribución.

- Requerimientos técnicos: No existe una normatividad (normas técnicas y estándares) establecida para la selección de equipos, la configuración, instalación y conexión al SIN de pequeños o grandes sistemas de generación con energía solar fotovoltaica (FV).

.- Información de potenciales: No se tiene certeza sobre los potenciales objeto de posible desarrollo para con base en ellos determinar y cuantificar los posibles impactos sobre las redes de distribución.

- Financiación: No se cuenta con esquemas financieros orientados a la inversión en este tipo de sistemas, especialmente dirigidos a los mercados o subsectores propicios para el desarrollo de sistemas de generación distribuida con solar FV-.

- Para la financiación y desacuerdo a los elementos evaluados se recomienda tomar el crédito con Findeter, que cuenta con una financiación en la que se aplicara los beneficios de la Ley 1715.

Tomar en cuenta el tipo crédito de Findeter, debido a los multiples beneficiosos de la modalidad:

- Atiende tanto a las personas naturales como jurídicas consideradas micro, pequeñas, medianas y grandes empresas de todos los sectores económicos
- Financia el 100% de las necesidades
- El plazo es:

PESOS hasta 5 años incluidos hasta 3 años de periodo de gracia

DOLARES hasta 5 años incluido hasta 1 año de periodo de gracia

(Findeter, s.f.)

4. EVALUACIÓN FINANCIERA

4.1 Evaluacion Financiera

Para este capítulo se realizó la evaluación financiera del proyecto, en el cual las partes interesadas identificadas, estuvieron de acuerdo en la alternativa seleccionada para el mismo. En este caso, se evaluaron parámetros como el VPN, la TIR y el B/C para determinar si las alternativas seleccionadas son viables para el proyecto y los inversionistas.

Tabla 79 Alternativas seleccionadas

ALTERNATIVAS SELECCIONADAS		
Estudio	Característica	Alternativa
Estudio de Mercado	Tipo del Producto	Planta Energía
Estudio Técnico	Localización	Aipe, Huila
	Tipo de Producto	Energía Renovable
Estudio Ambiental	N/A	N/A
Estudio Administrativo	Esquema Organizacional	Jerarquía Funcional
Estudio de Costos, Beneficios y financiamiento.	Tipo de entidad Financiera	Findeter

4.1.1 Hallazgos

4.1.1.1 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

A continuación, se calculan y aplican los parámetros que se requieren para evaluar si la alternativa propuesta es factible.

Calculo de la WACC

El WACC (Weighted Average Cost of Capital) o costo promedio ponderado del capital se calcula mediante la expresion:

Id= Costo de la deuda
ik= Costo del capital propio
D= Deuda
tx= impuestos
K= Capital propio

Debido a que el proyecto no requiere de financiación y se pagara en su totalidad con recursos propios, el WACC es:

Determinar el WACC, se debe conocer en primer lugar la inversión inicial y la proporción de participación de cada uno de los inversionistas.

4.1.1.2 Calculo de la WACC

Inversionista	Valor	Participación
Findeter-Bancolombia	\$11.800.000.000	100%

	Valor	Participación	Costo	Promedio Ponderado
Préstamo Bancolombia	11000	93%	3%	2%
Préstamo Davivienda	800	7%	5%	0.34%
	11800	100%		2.84%

TIO	5%
Tasa de Interes	4%
Impuesto	33%
Costo de deuda	2.7%

WACC

CREDITO CON FINDETER

4.1.1.3 Cálculo de la TIR, VPN y C/B

EVALUACION PROYECTO		
VA	\$ 6,204	
Inversion	-\$ 16,574	
VPN	\$ 10,370	>0
TIR	-3.2%	>10%
B/C	\$ 6,204	
	\$ 16,574	
B/C	\$ 0.37	>1

Se calcula TIR, VPN y B/C, previendo un costo de oportubidad del 10%.

Tabla 80 Flujo de Caja del proyecto

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO PLANTA SOLAR															
1 de enero a 31 de diciembre															
Millones de pesos															
FLUJO DE CAJA NETO															
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
FLUJO DE CAJA PROYECTO															
INGRESOS		\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819
COSTOS FIJOS		\$ 295	\$ 268	\$ 279	\$ 290	\$ 302	\$ 314	\$ 326	\$ 339	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430
COSTOS VARIABLES		\$ 247	\$ 257	\$ 267	\$ 277	\$ 288	\$ 300	\$ 312	\$ 324	\$ 337	\$ 350	\$ 364	\$ 379	\$ 394	\$ 409
IMPUESTO DE RENTA		\$ 96	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142
COSTOS DE INVERSION	\$ 16,574														
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 16,574	\$ 637	\$ 667	\$ 688	\$ 710	\$ 733	\$ 756	\$ 780	\$ 806	\$ 832	\$ 860	\$ 888	\$ 918	\$ 949	\$ 981
FLUJO DE CAJA	-\$ 16,574	\$ 455	\$ 469	\$ 493	\$ 519	\$ 545	\$ 573	\$ 602	\$ 632	\$ 663	\$ 695	\$ 729	\$ 764	\$ 800	\$ 838

4.1.2 Marco de referencia o Definición de Alcance, bases y antecedentes.

Marco

4.1.3 Estimación del CAPEX

Por su significado en inglés, el Capital Expenditures (CAPEX) corresponde a las inversiones de capital que se hacen con el fin de generar beneficios. Según Gómez Salazar y Díez Benjumea (2015): “Se calculan todas las inversiones que se derivan de las necesidades técnicas y todos los demás componentes indispensables para su ejecución” Los ítems de inversión que se van a considerar se explican en los siguientes numerales.

4.1.4 Componentes generales del sistema de generación fotovoltaico

Esta aproximación de la capacidad instalada proviene de una consulta a cuatro expertos en el tema y se valida con estimaciones y casos reales, que incluso dan un referente del valor DDP12 de los paneles solares con su instalación, incluyendo equipos de soporte, como inversores, tableros de control y soportaría metálica.

4.1.5. Definición de supuestos, criterios y parámetros.

El valor ganado se incrementa satisfactoriamente cuando se parte del supuesto de que el inversionista puede reinvertir todas sus ganancias iniciales ganando al menos su tasa mínima esperada. Las reinversiones se entienden hechas en sus otras alternativas de inversión.

4.1.6 Flujo de caja financiero o Revisión del flujo de caja del proyecto y sus proyecciones.

Tabla 81 Flujo de caja financiero o Revisión del flujo de caja del proyecto y sus royeciones.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO PLANTA SOLAR																
1 de enero a 31 de diciembre																
Millones de pesos																
FLUJO DE CAJA NETO																
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
INGRESOS OPERACIONALES																
Ingresos Operacionales		\$ 1,092.4	\$ 1,136.1	\$ 1,181.6	\$ 1,228.8	\$ 1,278.0	\$ 1,329.1	\$ 1,382.3	\$ 1,437.6	\$ 1,495.1	\$ 1,554.9	\$ 1,617.1	\$ 1,681.7	\$ 1,749.0	\$ 1,819.0	
SUBTOTAL INGRESOS		\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819	
COSTOS INVERSION																
Lote - Ubicación Planta		\$ 303														
Muebles y Equipo de Oficina		\$ 106														
Sotware		\$ 18														
Equipos de Computo		\$ 28														
Vehiculo		\$ 40														
Planta Electrica		\$ 16,079														
TOTAL INGRESOS		\$ 16,574	\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819
FLUJO DE CAJA PROYECTO																
INGRESOS		\$ 1,092	\$ 1,136	\$ 1,182	\$ 1,229	\$ 1,278	\$ 1,329	\$ 1,382	\$ 1,438	\$ 1,495	\$ 1,555	\$ 1,617	\$ 1,682	\$ 1,749	\$ 1,819	
Depreciaciones		\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085	\$ 1,085					
COSTOS FIJOS		\$ 295	\$ 268	\$ 279	\$ 290	\$ 302	\$ 314	\$ 326	\$ 339	\$ 353	\$ 367	\$ 382	\$ 397	\$ 413	\$ 430	
COSTOS VARIABLES		\$ 247	\$ 257	\$ 267	\$ 277	\$ 288	\$ 300	\$ 312	\$ 324	\$ 337	\$ 350	\$ 364	\$ 379	\$ 394	\$ 409	
IMPUESTO DE RENTA		\$ 96	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	\$ 142	
COSTOS DE INVERSION		\$ 16,574														
TOTAL COSTOS Y GASTOS		\$ 16,574	\$ 637	\$ 667	\$ 688	\$ 710	\$ 733	\$ 756	\$ 780	\$ 806	\$ 832	\$ 860	\$ 888	\$ 918	\$ 949	\$ 981
FLUJO DE CAJA		-\$ 16,574	\$ 455	\$ 469	\$ 493	\$ 519	\$ 545	\$ 573	\$ 602	\$ 632	\$ 663	\$ 695	\$ 729	\$ 764	\$ 800	\$ 838
		\$ 16,574	\$ 716	\$ 713	\$ 747	\$ 717	\$ 758	\$ 801	\$ 845	\$ 891	\$ 939	\$ 988	\$ 1,039	\$ 1,093	\$ 1,148	\$ 1,205

4.1.7 Estimación de parámetros de evaluación y aplicación de los criterios correspondientes. Tabla 82 criterios de Aceptación

Método			Criterio	Observaciones
VPN			$VPN \geq 0$	Si el VPN es mayor a cero, significa que el proyecto genera beneficio.
TIR			$TIR > WACC$	Si la TIR es mayor que el WACC, muestra cuanto más obtiene el inversionista de lo que quería. Genera riqueza.
B/C			$B/C > 1$	Si la relación VPB/VPC es mayor que 1, significa que el proyecto genera desarrollo y bienestar a los inversionistas.

4.1.8 Análisis de riesgo e incertidumbre

En el Análisis de los riesgos asociados al proyecto y a su desarrollo, encintamos que la normatividad vigente, el impulso del gobierno y de otros sectores.

4.1.8.1 Riesgos e impactos en los proyectos de autogeneración solar fotovoltaica

Tabla 83 Analisis de Riesgos Mercado Energia mayorista - MEM

RIESGO	IMPACTOS EN MODALIDAD MEM – Mercado energía Moyerista	IMPACTOS EN MODALIDAD MEM
Falla de inversores o componentes eléctricos Se	emana por año. Durante ese tiempo se compraría la energía a precio de red pública. El impacto corresponde al valor de la energía comprada a precio de red pública durante el tiempo de falla. Se estima la cantidad de energía (kWh) por consumir en una semana de cada año en el horizonte de evaluación y se multiplica por el precio unitario de la energía de red pública, con las siguientes consideraciones: — Impacto mínimo: compra energía al precio mínimo. — Impacto medio: compra energía a precio promedio. — Impacto máximo: compara energía al precio más alto.	Riesgo transferido al proveedor MEM. En caso de falla en el suministro de energía, el proveedor MEM deberá pagar el sobrecosto de la energía de red durante la falla del sistema fotovoltaico

RIESGO	IMPACTOS EN MODALIDAD MEM – Mercado energía Moyorista	IMPACTOS EN MODALIDAD MEM
Disminución en el precio de la energía en red pública	<p>El valor de la energía de red pública puede reducirse, especialmente en épocas de lluvia, haciendo que el precio de autogeneración sea, o muy similar, o superior. Esto hace que se disminuya el beneficio esperado del proyecto. El beneficio esperado es un ahorro por la diferencia de precio de autogeneración solar y la energía de red pública. El impacto máximo corresponde al caso en el que la energía de red se acerca al valor de la energía solar fotovoltaica producida en el modelo EPC o en el modelo PPA. Para hacer volátil el valor de la energía de red, se definen los siguientes límites para cada año en COP\$/kWh y se multiplican por la cantidad de energía consumida en el respectivo año.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Precio de energía fotovoltaica en modalidad EPC sin cargo de respaldo: 42 COP\$/kWh (primer año). — Precio de energía fotovoltaica en modalidad PPA COP\$/kWh 282 (primer año). — Precio de energía de red mínimo COP\$/kWh 270. — Precio de energía de red medio COP\$/kWh 300. — Precio de energía de red máximo COP\$/kWh 400. 	
Cambio en impuesto de renta	<p>Se define que la autogeneración va a generar un ahorro que se traduce en mayores utilidades para la organización, por lo tanto, deberá pagar impuestos por esta utilidad adicional. El análisis de factibilidad se estima con el impuesto a la renta vigente; sin embargo, existe la probabilidad de que sea incrementado, y al pagar más impuestos, se disminuye la utilidad. El impacto es un valor adicional por pagar en impuestos, por el hecho de haber obtenido menores costos de producción gracias a la autogeneración de energía solar fotovoltaica. Esto se hace para la utilidad de cada año, multiplicándola por el nuevo impuesto y restándole el impuesto que estaba presupuestado, para registrar solo la diferencia como impacto.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Impuesto renta usando la simulación es de 50% frente al 35% exigido. — Impuesto renta incremento mínimo 41%. 	

RIESGO	IMPACTOS EN MODALIDAD MEM – Mercado energía Mayorista	IMPACTOS EN MODALIDAD MEM
	<ul style="list-style-type: none"> — Impuesto renta incremento probable 43%. — Impuesto renta incremento máximo 48%. 	
Cambio en tasas de Interés	<p>Un cambio en la tasa de financiación que tiene el crédito de fomento para la adquisición del sistema solar fotovoltaico va a cargar al proyecto con gastos financieros. El impacto se genera por los intereses adicionales que se deben pagar por el incremento en la tasa de financiación. Esto se hace para cada año del horizonte. Se calcula el nuevo interés y se le resta el que se había estimado inicialmente en la simulación. De esta manera el impacto registrado es solo la diferencia entre los intereses pagados con la nueva tasa incrementada y la tasa inicial. Las tasas usadas son: — Interés fomento según simulación %EA 4%. — Interés incrementado según tasa mínima %EA 8%. — interés incrementado según tasa probable %EA 18%. — interés incrementado según tasa máxima %EA 25%.</p>	Riesgo transferido al proveedor, pues en el contrato MEM no se compra el sistema de autogeneración fotovoltaica.
Cambios en el precio de instalación USD\$/W	<p>Este riesgo solo afecta el primer año del flujo de caja. Corresponde a cambios en el costo de inversión en el sistema solar fotovoltaico medido en términos de USD/W. El impacto es la diferencia entre el valor incrementado de la inversión inicial y la inversión inicial usada en el análisis de factibilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Valor usado en la simulación USD\$/W instalado 1,2. — Incremento mínimo del valor en la inversión inicial USD\$/W instalado 1,5. — Incremento medio del valor en la inversión inicial USD\$/W instalado 2.0. — Incremento máximo del valor en la inversión inicial USD\$/W instalado 3,5. 	Riesgo transferido al proveedor MEM. Es el proveedor quien compra el sistema solar fotovoltaico a su riesgo

4.1.8.2 Analisis de Sensibilidad

Tabla 84 Mercado No regulado

Escenario N.1 Mercadc No regulado.		
Costo	\$ 122	
Eficiencia	82%	Panel
OCUPACION	TIR	VAN
6	-3.20%	-5934
9	3.60%	3984
12	-5.40%	4429

Tabla 85 Mercado Regulado

Escenario N.2 Mercado Regulado.		
Costo	\$ 330	
Eficiencia	82%	Panel
OCUPACION	TIR	VAN
6	13.90%	4435
9	22.40%	16293
12	29.50%	28151

Para Colombia hay tres tipos de contrato que maneja el mercado de la energía y son el mercado Regulado, no regulado y por precio de bolsa. El precio de bolsa y no regulado se vinculan al tener precios muy similares por lo general, la diferencia se central en el riesgo que presenta en uno del otro.

4.1.8.3 Variación en el volumen de ventas

El volumen en unidades para el proyecto respecto a sus ventas se consideró como una variable crítica, debido a que modifica sensiblemente los ingresos operacionales.

En el análisis de esta variable se utilizaron diferentes porcentajes de ventas, dichos porcentajes se evaluaron independientemente en un flujo de caja y se analizaron los diferentes indicadores obtenidos para Variación en el precio venta

- Precio de energía fotovoltaica en modalidad MEM sin cargo de respaldo: °22 COP\$/kWh (primer año).
- Precio de energía fotovoltaica en modalidad MEM COP\$/kWh 282 (primer año).
- Precio de energía de red mínimo COP\$/kWh 270.
- Precio de energía de red medio COP\$/kWh 300.
- Precio de energía de red máximo COP\$/kWh 400.

4.1.2 Conclusiones

Los indicadores de VPN y TIR, contemplados de acuerdo a los resultados obtenidos para el proyecto de autogeneración con energía solar fotovoltaica en modalidad MEM arrojan un resultado desfavorable, haciendo inviable el proyecto.

De acuerdo con el Decreto 570 de marzo del 2018, se implementa los contratos a largo plazo de hasta 20 años, asu vez exigiendo garantías para abastecimiento hasta el 31 de julio de 2018 se estima que sea publica las tarifas que regularana los precios y tipos de contrato que regiraran las energias renovables y puedan disfrutar de los beneficios de la ley 1715 de 2014.

Por multiples razones se estima que aumentan las garantías para el desarrollo de proyectos energéticos, que podemos rasaltar los siguientes:

- Necesidad de abastecimiento de las demanda interna;
- Asegurar una operación eficiente, segura y confiable en las actividades del sector;
- La incorporación de los avances de la ciencia y de la tecnología;
- Diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica colombiana por el alto grado de concentración de la generación de energía eléctrica;
- El cumplimiento de los compromisos adquiridos por Colombia consistentes en la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 20% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030 en el escenario Business as Usual (BAU).
- La complementariedad entre fuentes no convencionales de energía renovable como la eólica, solar y de biomasa con los recursos hidroeléctricos convencionales, especialmente durante periodos estacionales e interanuales de baja hidrología.

4.1.3 recomendaciones

La fuentes de energía renovable son variadas, pero elementos y condiciones atmosféricas hacen favorables y llamativos este tipo de Proyectos. Fuentes como el sol, que son inagotables y no genera costo su utilización, promueve que se condideren nuevas fuentes energéticas para el país.

Las legislación que inicia a desarrollarse, presenta grandes beneficios. Que a su vez aun no tiene una regulación pertinente para el desarrollo comercial de este tipo de iniciativas. Haciendo de los grandes competidores un monopolio del mercado energético en Colombia aun.

La Ley 1715 de 2014, representa grandes beneficios tributarios, arancelarios y impuestos. Pero, debido a que un inversionista mediano no cuenta con el músculo financiero suficiente, se hace reducidas las opciones de incursionar en el mercado.

La reducción de CO₂ y la complicación de proyectos energéticos convencionales, hace que aumenten las propiedades benéficas de estas fuentes de energía.

La evaluación financiera resulta a este momento en un -3.5% TIR, que hace inviable financieramente el proyecto. Descartándolo de las iniciativas actuales de manera comercial, sin descartar que el beneficio neto actual es la reducción de gases contaminantes y la mejor calidad del aire.

BIBLIOGRAFIA

- Alcaldia de Aipe . (2010). www.alcaldiadeaipe.com.
- Alcaldía Municipal de Aipe en Huila . (2017). Nuestro municipio. Obtenido de <http://www.aipe-huila.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alldia de Aipe, Huila . (s.f.). <http://www.aipe-huila.gov.co/>. Obtenido de <http://www.aipe-huila.gov.co/>: <http://www.aipe-huila.gov.co/>
- ANLA . (s.f.). <http://www.anla.gov.co>. Obtenido de <http://www.anla.gov.co>: <http://www.anla.gov.co/portal/abc.html>
- Aquitosolar. (s.f.). HERRAMIENTA PARA ENGASTE DE CONECTORES MC4. Obtenido de <http://www.aquitosolar.cl/herramientas-energia-solar/138-CRTOMC4RE.html>
- Área tecnología. (s.f.). Inversor fotovoltaico. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/inversor-fotovoltaico.html>
- Aros solar technology. (s.f.). Tecnología de los inversores para instalaciones conectadas a la red. Obtenido de <http://www.aros-solar.com/es/tecnologia-de-los-inversores-para-instalaciones-conectadas-a-la-red>
- Asociacion Colombiana de Generadores de Energia . (2018). <https://www.acolgen.org.co>. Obtenido de <https://www.acolgen.org.co>: <https://www.acolgen.org.co/index.php/sectores-de-generacion/como-funciona-el-mercado#mercado-no-regulado>
- Auto Solar. (2017). Diferencias entre Silicio Monocristalino y Multicristalino o Policristalino. Obtenido de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>
- Autosolar. (s.f.). Inversores. Obtenido de <https://autosolar.es/inversores>
- Banco Mundial. (s.f.). <http://www.bancomundial.org>. Obtenido de <http://www.bancomundial.org>: <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2017/02/15/world-bank-scores-sustainable-energy-policies-in-111-countries>
- Bancolombia. (s.f.). www.bancolombia.com.co. Obtenido de www.bancolombia.com.co: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/investigaciones-economicas/indicadores>
- Cahors. (s.f.). Equipos d eprotección para instalaciones fotovoltaicas. Obtenido de <https://autosolar.es/inversores>
- Calderón, D. E. (2016). Estudio de Pre factibilidad para la Generación de Energía Eléctrica a Partir del Río Consotá yCapacidad de Generación con Energía Solar en la Zona del Parque Consotá Pereira. Pereira.

Camara de Comercio de Cali, Informes economicos . (13 de 04 de 2016). <http://www.ccc.org.co>. Obtenido de <http://www.ccc.org.co/informacion-y-estudios-economicos/>

Caracol Radio. (2017). Caracol Radio. Obtenido de http://caracol.com.co/emisora/2017/06/08/neiva/1496928027_335449.html

Cargo de Confiabilidad, CREG. (s.f.). <http://www.creg.gov.co>. Obtenido de http://www.creg.gov.co/cxc/secciones/obligacion_energia_firme/obligacion_energia_firme.htm

Celsia. (s.f.). Celsia. Obtenido de Sala de prensa-parque solar: <https://blog.celsia.com/sala-de-prensa/empezamos-a-operar-la-granja-de-energia-solar>

Celsia. (s.f.). Celsia solar Yumbo. Obtenido de <http://www.celsia.com/granjas-solares>

Censolar. (s.f.). Datos. Obtenido de http://www.censolar.edu/filedist_php/

CREG, C. d. (s.f.). <http://www.creg.gov.co>. Obtenido de <http://www.creg.gov.co/index.php/es/creg/quienes-somos/objetivo>

Damia solar. (s.f.). Qué es y cómo funciona un panel solar? Obtenido de https://www.damiasolar.com/actualidad/prova/prova-1-cas_1_3

DANE. (s.f.).

Dinero. (2015). ¿Por qué es tan cara la energía eléctrica en Colombia? . Obtenido de <https://www.dinero.com/pais/articulo/costos-energia-colombia/212216>

Ecured. (s.f.). Transformador eléctrico. Obtenido de https://www.ecured.cu/Transformador_eléctrico

El Espectador. (s.f.). La granja solar más grande de Colombia. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/la-granja-de-energia-solar-mas-grande-de-colombia-articulo-679075>

Electrohuila. (2015). Informe de gestión 2015 electrohuila. Obtenido de www.electrohuila.com.co/Portals/0/INFORME%20DE%20GESTION%202015.pdf

Emgesa. (s.f.). Centrales de generación. Obtenido de Centrales de generación: <http://www.emgesa.com.co/es/conocenos/nuestronegocio/Paginas/home.aspx>

Energía, M. d. (s.f.). <https://www.minminas.gov.co>. Obtenido de <https://www.minminas.gov.co/mision-y-vision>

Energías renovables. (2014). Tipos de paneles fotovoltaicos. Obtenido de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>

Energiza. (s.f.). Paneles Fotovoltaicos: Concepto y tipos. Obtenido de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>

- Energizar. (s.f.). Seguidor solar. Obtenido de http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_seguidor_solar_que_es.html
- Enlace Profesional . (s.f.). www.enlaceprofesional.com.co. Obtenido de <http://www.enlaceprofesional.com.co/escala-minimos-remuneracion>
- ESTELLÉS, M. M. (2015). INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED DE 100kWp EN EL PUIG DE SANTA MARÍA, VALENCIA. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54726/TFGMIMUDEF_14362595070606644961172904236353.pdf?sequence=2
- Evolucion de Paneles Solares hace altamente competitiva La energia Fotovoltaica. (2013). www.nuevamujer.com. Obtenido de <https://www.nuevamujer.com/bienestar/2013/09/10/evolucion-de-paneles-solares-hoy-hace-altamente-competitiva-la-energia-fotovoltaica.html>
- Findeter. (s.f.). www.findeter.gov.co. Obtenido de www.findeter.gov.co: <https://www.findeter.gov.co/>
- GBE. (s.f.). Transformadores para instalaciones fotovoltaica. Obtenido de <http://www.gbeonline.com/es/aplicacione/transformador-instalaciones-fotovoltaicas/>
- Globalem. (2016). Soportes para paneles solares: Lo que debes saber. Obtenido de globalem.co/soportes-para-paneles-solares-lo-que-debes-saber/
- Globalem. (s.f.). Energía fotovoltaica. Obtenido de <http://globalem.co/energia-fotovoltaica/>
- Glosario.net. (s.f.). Glosario.término. Obtenido de <http://energia.glosario.net/energia-domestica/potencia-nominal-6217.html>
- Gordillo, A. S. (s.f.). Informe de Avalúo Rural Comercial, Predio El Milagro Brigada, Municipio Aipe, Huila. Neiva, Huila.
- Green Energy Latin America. (s.f.). [www.greenenergy](http://www.greenenergy.com). Obtenido de 2016: <https://www.greenenergy-latinamerica.com/>
- <https://finanzasdelclima.dnp.gov.co>. (s.f.). Obtenido de <https://finanzasdelclima.dnp.gov.co/Que%20hacemos/Paginas/Estrategia-Nacional-Financiamiento-Climatico.aspx>
- Hybrytec. (s.f.). Casos de éxito. Obtenido de www.hybrytec.com/casos-de-exito
- IDEAM. (2017). Atlas de radiación solar. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- IDEAM. (s.f.). Radiación solar. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>
- Ingenieria, E. C. (s.f.). Guías metodologicas. Bogota : Unidad de Proyectos .

IRENA. (17 Julio 2017, 07:11 de 20 Diciembre 2016 - Actualizado de 2017). <http://www.irena.org/>. Obtenido de <https://www.xataka.com/energia/los-11-graficos-que-demuestran-que-lo-de-la-energia-solar-es-imparable>.

La Vanguardia . (16 de Junio de 2015). <http://www.lavanguardia.com>. Obtenido de <http://www.lavanguardia.com/natural/20150616/54432320135/alemania-tiene-ocho-veces-mas-energia-fotovoltaica-que-espana.html>

LLANOS, O. D. (21 Diciembre 2017). <http://observatorio.unillanos.edu.co>. Obtenido de <http://observatorio.unillanos.edu.co/observatorio/index.php/observatorio/seguimientos/28-tres-plantas-solares-que-daran-energia-a-la-red>

Mercado, I. d. (2016). XM Filial de Isa. Obtenido de <http://informesanuales.xm.com.co>: <http://informesanuales.xm.com.co/2016/SitePages/operacion/5-2-Precio-promedio-de-bolsa-y-contratos.aspx>

Ministerio de Minas y Energia . (s.f.). www.minminas.gov.co. Obtenido de www.minminas.gov.co: <https://www.minminas.gov.co>

Minografias . (s.f.). <http://www.monografias.com/trabajos82/personas-juridicas>. Obtenido de fuente: <http://www.monografias.com/trabajos82/personas-juridicas-derecho-privado/personas-juridicas-derecho-privado.shtml#definicina#ixzz5DWj8rCdf>

Monografias. (s.f.). www.monografias.com. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos82/personas-juridicas-derecho-privado/personas-juridicas-derecho-privado.shtml#definicina#ixzz5DWj8rCdf>

Monsolar. (s.f.). Comprar un panel solar fotovoltaico. 7 consejos prácticos. Obtenido de <https://www.monsolar.com/blog/comprar-un-panel-solar-fotovoltaico-7-consejos-practicos/>

Pérez, R. G. (2011). Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas.

Portafolio. (s.f.).

Portafolio . (2018). Los detalles de cómo usted puede producir y vender electricidad en Colombia . Obtenido de <http://www.portafolio.co/economia/vender-energia-al-sin-en-colombia-514939>

Portafolio. (junio de 2015). www.portafolio.co. Obtenido de www.portafolio.co: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-financiando-energias-renovables-38612>

Quiminet.com. (s.f.). ¿Qué es un sistema fotovoltaico? Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>

RAE. (s.f.). Azimut. Obtenido de <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=0Tzdf1q>

RAE. (s.f.). Energía. Obtenido de <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=FGD8otZ>

RAE. (s.f.). RAE. Obtenido de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=arista>

Republica de Colombia, Ley 1258. (2008).

- República, L. (2017). La República. Obtenido de Electrohuila espera generar 10 MW en tres años con energía solar: <https://www.larepublica.co/economia/electrohuila-espera-generar-10-mw-en-tres-anos-con-energia-solar-2568910>
- RES & RUE Dissemination. (s.f.). Energía solar fotovoltaica. Obtenido de <https://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/dossier/2%20fotovoltaica.htm>
- Rincón educativo energía y medio ambiente. (s.f.). Fuentes de energía no renovable. Obtenido de <http://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/fuentes-de-energia-no-renovables>
- S., S. M. (2017). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COMO FUENTE DE ENERGÍA EN EL SECTOR EN COLOMBIA. Bogota.
- Sardinero, I. B. (s.f.). Instalación solar fotovoltaica conectada a red sobre la azotea de una nave industrial. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6063/PFC_Israel_Blanco_Sardinero.pdf?sequence=1
- SE. (s.f.). ELEMENTOS QUE SE UTILIZAN EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. Obtenido de <http://aprendeelectricidad.weebly.com/elementos-en-una-instalacioacuten.html>
- Solargreen. (s.f.). Proyectos Solargreen. Obtenido de www.solargreen.com.co/proyectos.html
- Sun Earth Tools. (s.f.). Posición del sol. Obtenido de https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es#txtSun_2
- Sunfields. (s.f.). Módulo Fotovoltaico: Listado de Parámetros fundamentales. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/modulo-fotovoltaico-parametros-fundamentales/>
- Sunnyapp. (s.f.). Sunnyapp. Obtenido de www.sunnyapp.com/
- Tamesol. (s.f.). Mono vs poly paneles solares: ¿cuál debo elegir. Obtenido de <https://www.tamesol.com/es/monocrystalline-vs-polycrystalline/>
- The New York Time “La solución energética que América Latina necesita” . (2 de Febrero de 2018). <https://www.nytimes.com>. Obtenido de <https://www.nytimes.com/es/2018/02/02/opinion-energias-renovables-america-latina/amp/>
- TIEMPO, E. (2 de octubre de 2017). www.eltiempo.com. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/colombia/cali/granja-solar-de-celsia-en-yumbo-con-paneles-solares-136682>
- Twenergy. (s.f.). ¿Qué son las subestaciones eléctricas y para qué sirven? Obtenido de <https://twenergy.com/co/a/que-son-las-subestaciones-electricas-y-para-que-sirven-1759>

- ULHI-Instituto de formación profesional a distancia. (s.f.). Instalaciones solares fotovoltaicas puestas a red. Obtenido de https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF05/es_IEA_ISF05_Contenidos/webseite_222_eleccin_de_la_orientacin_y_clculo_del_nmero_de_paneles.html
- Universidad de antioquia. (s.f.). Geolcoe. Obtenido de <http://www.geolcoe.siel.gov.co/#/login>
- UPME. (2003). Guía de Especificaciones de Sistemas Fotovoltaicos . Obtenido de http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/energias_alternativas/normalizacion/GUIA_DE_ESPECIFICACIONES_DE_SISTEMAS_FOTOVOLTAICOS_PARA_LA_E.pdf
- UPME. (13 de 05 de 2014). Regulacion de Energias no Convencionales al Sistema Energetico Nacional Ley 1715 de 2014. Bogota.
- UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Obtenido de www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf
- UPME. (2018). Informe de registro de proyectos de generación. Obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNWlzMWFkMGUtMmExMy00MDg0LThjODQtYWUxMjJmOTI%20MTc1IiwidCI6Ijg5NTAwZjZkLWJjZTktNDgzNC1iNDQ2LTc0YjVmYjJjZjEwZSIsImMiOjh9>
- UPME. (s.f.). Mapas de brillo solar. Obtenido de http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/3-mapas_brillo_solar.pdf
- UPME, U. d. (s.f.). <http://www1.upme.gov.co>. Obtenido de <http://www1.upme.gov.co/Entornoinstitucional/NuestraEntidad/Paginas/Quienes-Somos.aspx>
- XM. (2017). XM. Obtenido de Generación: <https://www.xm.com.co/Paginas/Generacion/plantas.aspx>
- XM. (2018). Informe de precios y transacciones. Obtenido de https://www.xm.com.co/Informes%20Mensuales%20de%20Analisis%20del%20Mercado/03_Informe_Precios_y_Transacciones_03_2018.pdf
- XM. (Marzo de 2018). Informe mensual de demanda de energía. Obtenido de https://www.xm.com.co/Informes%20Mensuales%20de%20Analisis%20del%20Mercado/01_Informe_Demanda_y_Fronteras_TXR_03_2018.pdf
- XM. (2018). Informe oferta y generación febrero 2018. Obtenido de https://www.xm.com.co/Informes%20Mensuales%20de%20Analisis%20del%20Mercado/02_Informe_Oferta_y_Generacion_02_2018.pdf
- XM. (s.f.). Renovables no convencionales en el SIN . Obtenido de <https://www.xm.com.co/Paginas/Renovables/Renovables-no-convencionales-en-el-SIN.aspx>