

PREFACTIBILIDAD EMPRESA DEDICADA AL RECICLAJE Y
APROVECHAMIENTO DE PANELES SOLARES EN DESUSO



Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al
reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Esau Chávez Ayala

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Abril de 2021

PREFACTIBILIDAD EMPRESA DEDICADA AL RECICLAJE Y
APROVECHAMIENTO DE PANELES SOLARES EN DESUSO

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al
reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Esaú Chávez Ayala

Trabajo de Grado Presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia de Proyectos

Asesor(a)

Mauricio García Alejo

Título académico

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual y a Distancia

Sede Bogotá D.C. - Sede Principal

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Abril de 2021

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Dedicatoria

A quienes me han acompañado en cada momento de la vida y han sembrado en mí todas las semillas que hoy en día dan sus frutos. A mi hogar que es la fuente que cada día me da la fortaleza para enfrentar cada uno de los momentos de la vida. A mi familia que su calor me ha acogido en cada uno de los momentos de mi existencia. A mis maestros que han sabido compartir su gran sabiduría, a las instituciones que me han acogido para llenarme de conocimiento y a la memoria de mi padre.

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Agradecimientos

En primer lugar a Dios por darme el privilegio de cada nuevo día de vida, a mi familia y hogar por acompañarme en cada instante y fortalecerme para cumplir mis metas, a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, a la guía del profesor Mauricio que con su conocimiento ha sabido cultivar este objetivo y al grupo ETRA por apoyarme en para este gran fin.

Contenido

Lista de tablas	8
Lista de figuras.....	9
Lista de ilustraciones.....	10
Lista de anexos.....	11
Resumen.....	12
Abstract	13
Introducción	14
CAPÍTULO I	15
1 Planteamiento del problema	15
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 Formulación del problema	18
2 Justificación	20
3 Objetivos.....	23
3.1 Objetivo General	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
4 Marco Referencial	24
4.1 Marco teórico	24
4.2 Marco Conceptual	28
4.3 Marco Político y legal	28
CAPÍTULO II.....	32
5 Estudio de Mercado y Comercialización.....	32
5.1 Estudio de mercado	32
5.1.1 Concepto de la empresa	32
5.1.2 Descripción del segmento de mercado	33
5.1.3 Preconcepto y segmentación del sector económico de la empresa.....	34
5.1.4 Análisis del sector económico de la empresa	35
5.1.5 Generalidades del sector económico de la empresa.....	37

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

5.1.6	Participación de sector económico de la empresa en el PIB Nacional	37
5.1.7	Análisis del mercado de proveedores.	38
5.1.8	Análisis de la demanda.	41
5.1.9	Productos o servicios sustitutos.	44
5.1.10	Factores que determinan el mercado.....	44
	Fuente: Elaboración propia.....	46
5.1.11	Estrategia de venta y factor diferencial.....	46
CAPÍTULO III.....		48
6	Aspectos Técnicos	48
6.1	Localización.	48
6.2	Macro localización.	48
6.3	Micro localización.....	52
6.4	Procesos.....	58
6.5	Análisis de los recursos del proyecto.	59
6.5.1	Especificación de los recursos para la implementación y puesta en marcha del proyecto.	59
6.5.2	Adecuaciones locativas para la puesta en marcha del proyecto.	60
6.5.3	Maquinarias, herramientas y equipo necesario para el proyecto	60
6.5.4	Personal requerido para el proyecto.....	68
6.5.5	Costos de operación.	70
6.5.6	Costos de servicios públicos.	70
6.5.7	Costos de saneamiento ambiental.	71
6.5.8	Definición de Costos de la inversión para el funcionamiento del proyecto.	71
7	Estudio Económico y financiero.....	72
7.1	Tasa de Oportunidad del proyecto.	73
7.2	Presupuesto del proyecto.....	74
7.3	Aspectos Administrativos y legales	75
7.4	Fuentes de financiación.....	78
7.4.1	Cooperación financiera no reembolsable.....	78
7.4.2	Cooperación financiera reembolsable.....	79
8	Riesgos del proyecto.....	81

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

9 Conclusiones y recomendaciones.....	82
Referencias.....	84
Anexos	92

Lista de tablas

Tabla 1. Capacidad efectiva de generación solar en Colombia.	21
Tabla 2. Actividades económicas definidas para la economía circular	34
Tabla 3. Porcentaje de conformación de componentes por cada tonelada de paneles solares.....	42
Tabla 4. Costo de venta de los productos de reciclaje	45
Tabla 5. Análisis cuantitativo de acuerdo al modelo de variación de Brown – Gibson	56
Tabla 6. Recurso Inmobiliario	59
Tabla 7. Adecuaciones locativas.....	60
Tabla 8. Relación de maquinaria, herramienta y equipos	68
Tabla 9. Relación de personal requerido para la inversión inicial del proyecto	69
Tabla 10. Relación de personal requerido para el proyecto.....	69
Tabla 11. Relación de costos de operación requerida para el proyecto	70
Tabla 12. Relación de costos de servicios públicos para el proyecto	70
Tabla 13. Relación de costos de saneamiento ambiental para el proyecto	71
Tabla 14. Relación de Costos de la inversión para el funcionamiento del proyecto	71
Tabla 15. Cálculo de la tasa de Oportunidad Total.....	73
Tabla 16. Presupuesto del proyecto	75
Tabla 17. Tasa Interna de Retorno.....	75

Lista de figuras

Figura 1. Capacidad efectiva de generación eléctrica de Colombia por tipo de generación,	21
Figura 2. Oferta de residuos sólidos y productos residuales 2012 – 2018.....	36
Figura 3. Generación de residuos sólidos por PIB 2012 – 2018.....	38
Figura 4. Implementación de proyectos solares registrados ante la UPME	39
Figura 5. Crecimiento de FNCER hasta 2030	40
Figura 6. Porcentaje de conformación de componentes por cada tonelada de paneles solares	42
Figura 7. Proyectos Registrados en la UPME de generación Fotovoltaica por departamento	48
Figura 8. Capacidad de generación de Proyectos Registrados en la UPME de generación Fotovoltaica por departamento	49
Figura 9. Resultado porcentual de la ponderación realizada	57
Figura 10. Función de supervivencia de Kaplan y Meier (1958) para microempresas de Bogotá por tipo de sociedad.	72

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Partes de un panel solar	26
Ilustración 2. Corte transversal de un panel solar	26
Ilustración 3. Mapa de radiación solar de Colombia	50
Ilustración 4. Mapa del sistema Nacional de Transmisión de Energía Eléctrica Colombia 2019	51
Ilustración 5. Macro localización del proyecto	52
Ilustración 6. División política del departamento de Antioquia	54
Ilustración 7. Microlocalización del proyecto	57
Ilustración 8. Propuesta del proceso para el desmantelamiento de un panel solar	58
Ilustración 9. Esquema de la distribución de física de la planta	61
Ilustración 10. Pallet contenedor de almacenamiento con ruedas	62
Ilustración 11. Modelo de almacenamiento y transporte de los pallet de carga	63
Ilustración 12. Mesa con banda transportadora industrial	64
Ilustración 13. Elevador de vacío ventosas para grúas de elevación	64
Ilustración 14. Trituradora de acero y hierro de poliestireno, neumático pequeño de goma, trituradora de plástico	65
Ilustración 15. Tanque de agitación de lixiviación	65
Ilustración 16. Safer-soporte eléctrico para carretilla elevadora apiladora de 1500kg.....	66
Ilustración 17. Camión NKR de 3 toneladas	67
Ilustración 18. Equipo compacto para pirolisis del plástico capacidad 100 Kg	68
Ilustración 19. Cuadro de análisis de riesgos.....	81

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Lista de anexos

Anexo 1. Matriz de riesgos del proyecto 92

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Resumen

El presente documento pretende evaluar la prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, que permita la reincorporación adecuada de los materiales de desecho producto de los paneles solares que por motivos del fin de su vida útil o eventos externos terminen su ciclo productivo. Enfocando la atención en el ciclo de vida de las fuentes de generación de energía fotovoltaica a gran escala que actualmente se están desarrollando en el país, generado un soporte y oportunidad para el cumplimiento de los compromisos dentro de la licencia ambiental de cada uno. De la misma manera se pretende analizar la posible ubicación de un centro de acopio y procesamiento, así como el potencial del mercado dentro de las políticas nacionales de economía circular, el análisis financiero para su ejecución y la posibilidad de financiamiento.

Palabras clave: Economía Circular, Panel Solar, Las 9 R: Repensar, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Remanufacturar, Reducir, Re-proponer, Reciclar y Recuperar

Prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso

Abstract

This document aims to evaluate the pre-feasibility for the implementation and start-up of a company dedicated to the recycling and use of disused solar panels, which allows the proper reincorporation of waste materials from solar panels that for reasons of the end of their useful life, production cycle or external events. Focusing attention on the life cycle of the large-scale photovoltaic energy generation sources that are currently being developed in the country, generating a support and opportunity for the fulfillment of the commitments within the environmental license of each one. In the same way, it is intended to analyze the possible location of a collection and processing center, as well as the market potential within the national policies of circular economy, the financial analysis for its execution and the possibility of financing.

Keywords: Circular Economy, Solar Panel, Rethink, Reuse, Repair, Restore, Remanufacture, Reduce, Re-propose, Recycle and Recover.

Introducción

Actualmente el planeta se encuentra pasando por una situación en donde se presenta un deterioro en los indicadores de buena calidad ambiental, a esto se suma la gran demanda energética que se encuentra relacionada con el desarrollo de la economía de cada país. Es en este punto en donde se enfoca el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan aprovechar los recursos energéticos de manera que permitan un desarrollo sostenible.

Dentro de las estrategias de fuentes de energía basados en desarrollo sostenible se encuentra el aprovechamiento de la fuente primaria de energía que ofrece el Sol, que es considerada como una fuente relativamente inagotable de energía, por lo anterior desde mediados del siglo XX el diseño de sistemas que aprovechen la energía proveniente del sol ha sido una estrategia de desarrollo en la generación de energía eléctrica hasta el punto de convertirse en sistemas masificados para la generación en todas las escalas comerciales posibles.

El gran crecimiento de la industria de la energía basada en paneles de generación fotovoltaica ha traído consigo la producción de grandes volúmenes de celdas y paneles fotovoltaicos, los cuales, al ser básicamente componentes electrónicos tienen un ciclo de vida.

El presente documento tiene como finalidad la evaluación de la prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, que permita la reincorporación adecuada de los materiales de desecho producto de los paneles solares que por motivos del fin de su vida útil o eventos externos terminen su ciclo productivo.

CAPÍTULO I

1 Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema.

El desarrollo de la industria en conjunto con el crecimiento poblacional está aumentando el consumo de energía suministrada a través de energía generada en centrales que usan hidrocarburos, centrales hidroeléctricas y en algunos casos fuentes de energía no convencionales (Hernández, y otros, 2014) . La preocupación por el aumento en las emisiones de gases efecto invernadero ha impulsado el abastecimiento energético a partir de fuentes como la energía solar, todo esto con los costos económicos, sociales y ambientales respectivos. Justamente, debido a que se comprometen los recursos físicos y bióticos disponibles, en ocasiones de manera no sustentable y no sostenible, existe una fuerte tendencia al uso de energías no convencionales, las cuales liberan menos contaminantes responsables del detrimento en la calidad del ambiente (Serrano, Perez , Galvis , Rodríguez, & Correa , 2017)

En la actualidad surge un gran reto para las Empresas de generación energética luego de la entrada en vigencia de la ley 1715 de 2014 (ley que regula la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional), pues en la medida que se introduzcan masivamente este tipo de nuevos actores a los Sistemas Eléctricos, es posible que la demanda atendida disminuya y estas empresas deban reorientar su negocio involucrándose como una actor principal en el ofrecimiento al usuario de nuevas tecnologías de generación para el

suministro del servicio compitiendo con otras tecnologías. De esta forma es posible explotar mucho más el beneficio social que ofrecen las mismas (Ñustes & Rivera, 2017).

Se considera que Colombia es uno de los países con alta capacidad de producción de energía fotovoltaica del mundo, por su posición geográfica, dado que está situado en el Ecuador medio, y cuenta con una exposición a la luz del sol durante 12 horas diarias, los 365 días del año, esto utilizando la más básica de las tecnologías fotovoltaicas existentes en el mercado (Velásco & Salazar, 2019).

En Colombia las fuentes disponibles de información de recurso solar indican que el país cuenta con una irradiación promedio de 4.5 kWh/m²/d, la cual supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d, por su ubicación privilegiada sobre la línea ecuatorial y está muy por encima del promedio recibido en Alemania (3,0 kWh/m²/d), país que hace mayor uso de la energía solar FV a nivel mundial, con aproximadamente 36 GW de capacidad instalada a 2013. Además Colombia presenta un potencial para la energía solar caracterizado por una constante horas de sol constante durante el año, especialmente en el departamento de La Guajira con valores de radiación media de 4,5 a 6 kWh/m²/día, los mayores del país con valores que pueden alcanzar los 6,8 kWh/m²/día en la cual se promueve el desarrollo y utilización de las FNCE (Valderrama , Ocampo, García, & Rodríguez, 2018).

Aunque actualmente las proyecciones y diagnósticos de la disponibilidad de los FNCE en Colombia son escasos y algunos están incompletos, de acuerdo al informe de XM, filial de ISA especializada en gestión de sistemas en tiempo real, para el año 2025 se calcula un alcance del 4% de la producción de energía sea a partir de FNCE fotovoltaicas (Castillo, Castrillón, Vanegas, Valencia, & Villacaña, 2015).

La matriz energética de Colombia es muy limpia, compuesta 70% por agua, pero al mismo tiempo lo hace vulnerables frente al cambio climático. En el año 2019, el Ministerio de Mina y Energía desarrolló una subasta de energías renovables, proyectando que para el 2022 el país pasará de un 1% de energía a partir de fuentes renovables, a más de un 12%, gracias a la incorporación de proyectos e energía solar, por lo cual la proyección para el año 2050 es una capacidad instalada de 2500 MWp para el año 2022 (Vita, 2020)

De acuerdo al Plan energético Nacional 2020-2050, la UPME proyecta un aporte del 11%, teniendo en cuenta la existencia de tecnologías limpias emergentes, de energía al sistema interconectado nacional a partir de FNCER fotovoltaica, con una proyección de la demanda de 1950 PJ ($542 \cdot 10^6$ MWh) lo que significa una oferta de generación de 214.5 PJ ($59 \cdot 10^6$ MWh) (UPME, 2020), lo que significa que la capacidad instalada estará definida por las limitantes de geografía, impacto ambiental, cantidad disponible de terrenos aptos para su implementación y disponibilidad e redes de transmisión (Gómez F. , 2020).

Los paneles solares más comunes en los sistemas de generación se denominan Monocristalinos, su durabilidad está calculada en 25 años, teniendo en cuenta una degradación de 0.55% anual, y tiene la más alta eficiencia frente a las demás tecnologías, la potencia promedio más usada es de 545 Wp, con lo cual se requiere el uso de 1835 unidades para una capacidad instalada de 1 MWp (Torres, Jurado, Granados, & Lozano, 2018), dado lo anterior para una capacidad de 2500 MWp, usando paneles de alta eficiencia se requiere instalar un mínimo de 4.587.500 paneles de 545W.

Como promoción del uso de los sistemas fotovoltaicos se realiza, en la mayoría de veces, el análisis del ciclo de vida del producto y el impacto medio ambiental de una unidad ideal, en

donde se realiza la comparación entre la generación de CO₂ equivalente y la energía invertida en su ciclo de vida, para el caso de los paneles solares el promedio es de 2850 Kg CO₂ y 9750 KWh, con lo cual un panel solar promedio logra realizar la compensación de emisiones en 1,5 años y de energía en 2.78 años, en su vida útil que se estima en 25 años logrará compensar 28 ton CO₂ (Depetris, Ferreyra, & Britch, 2020).

No obstante también se debe tener en cuenta la incidencia de factores como los residuos que producirán a futuro con los paneles que alcancen el final de su vida útil y los paneles que por defectos de fabricación o causas externas no logren llegar a los 25 años de la vida útil de los dispositivos, además que la explosión de la demanda está aumentando la cantidad de paneles producidos cada año y aunque la probabilidad de daño antes del final de su vida útil la relación entre el porcentaje de daños y la cantidad de paneles existentes los convierte en una cifra significativa (Romero, 2019)

Con la elaboración del presente documento se pretende evaluar la prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, que permita la reincorporación adecuada de los materiales de desecho producto de los paneles solares que por motivos del fin de su vida útil o eventos externos terminen su ciclo productivo.

1.2 Formulación del problema

Dadas las condiciones anteriormente mencionadas y teniendo en cuenta que los sistemas de generación fotovoltaica es un recurso ampliamente impulsado a nivel mundial y una industria

en auge en Colombia, es importante evaluar en qué medida se puede realizar la prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso.

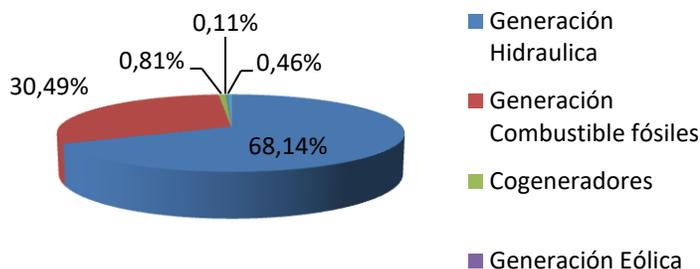
2 Justificación

En los últimos quince (15) años en Colombia se han desarrollado lineamientos de política ambiental y energética tendientes a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a través del uso racional y eficiente de la energía eléctrica. De esta manera, se han establecido principios e incentivos para permitir la adopción de programas de energía eléctrica (EE) y energía renovable (ER), y la promoción de la diversificación de la matriz energética en el país (CONPES, 2019).

En Colombia el sector energético cuenta con diferentes fuentes de generación siendo las fuentes de energías limpias y renovables las de mayor crecimiento, entre los años 2009 al 2019 se han registrado ante la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) 303 proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) (Gobierno de Colombia DNP, 2019).

Colombia cuenta con una matriz de generación de EE efectiva disponible de 17.529,01 MWp dentro del sistema interconectado nacional (SIN), compuesta por fuentes hidráulicas aportando un 68.14% (Centrales Hidroeléctricas), combustibles fósiles aportando un 30.49% (Gas, Carbón y diésel), sistemas cogeneradores 0.81% (Material biológico, biodiesel y etanol), eólico 0,11% (parques eólicos) y Solar 0.46%. (PARATEC, 2021).

Figura 1. Capacidad efectiva de generación eléctrica de Colombia por tipo de generación,



Fuente: <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>

La generación a partir de la FNCER Solar ha presentado su auge en Colombia en los últimos Cuatro (4) años, siendo el año 2020 el año en el que ha puesto en funcionamiento el mayor número e integración al SIN de sistemas de generación a partir de parques solares de alta producción (PARATEC, 2021). Destacando los siguientes Proyectos:

Tabla 1. Capacidad efectiva de generación solar en Colombia.

Fuente de Energía	Capacidad Efectiva (MW)	Ubicación	Fecha de Entrada
Autogenerador Celsia Solar Yumbo	9,80	Yumbo, Valle del Cauca	03-09-2017
Celsia Solar Bolívar	8,06	Santa Rosa, Bolívar	16-11-2018
Celsia Solar Espinal	9.90	Espinal, Tolima	31-05-2020
Trina – Vatia BSL I	19.90	Puerto Gaitán, Meta	10-09-2020
Planta Solar Bayunca 1	3.00	Cartagena, Bolívar	30-09-2020
Celsia Solar Carmelo	9.90	Candelaria, Valle del Cauca	27-12-2020
Trina – Vatia BSL II	19.90	Puerto Gaitán, Meta	22-01-2021

Fuente: <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/Default.aspx>

De acuerdo a (Gómez, Murcia, & Cabeza, 2017) conforme a las importaciones de sistemas fotovoltaicos (FV) entre los años 1985 a 1995 en Colombia se hizo uso de 48.499

paneles solares con una capacidad de 1870 KWp, hasta el año 2010 la capacidad de generación FV subió hasta los 9MWp y para el año 2015 la capacidad aumentó hasta los 12 GWp.

A pesar de ser un tipo de energía considerada limpia, por su origen, teniendo en cuenta que el sol irradia un equivalente a 50 mil millones de KWh, la densidad sobre la superficie de la tierra es muy baja y su uso eficiente depende de condiciones geográficas y atmosféricas, por lo cual para una generación en masa se requiere de una gran cantidad de superficie de material fotosensible o paneles solares, y este material por estar expuesto a este tipo de radiación, por la naturaleza de su construcción y las condiciones de trabajo presenta una degradación normal de sus características funcionales en el tiempo, convirtiendo los paneles solares en basura al final de sus vida útil, además de los daños causados por destrucción parcial o total de los paneles durante su funcionamiento. (Romero, 2019).

De acuerdo a lo anterior la creación de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, no solo aportará económicamente al país y a la economía del área de influencia, sino que generará un amplio aporte a nivel ecológico, de sostenibilidad y socialmente abrirá la oportunidad de nuevas fuentes de empleo en donde se desarrolle su implementación.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Determinar prefactibilidad para la implementación y puesta en marcha de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, permitiendo la creación de la organización.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar el estudio de mercado, a través del análisis y caracterización del portafolio de productos y servicios, clientes, competencia directa e indirecta y estrategias de comercialización de los productos.
- Efectuar un estudio técnico que permita determinar el tamaño, ubicación y procesos técnicos y logísticos para el reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso.
- Establecer el marco legal, administrativo y normativo para la creación de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso.
- Realizar el estudio financiero para el establecimiento de la prefactibilidad de la creación de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso.

4 Marco Referencial

4.1 Marco teórico

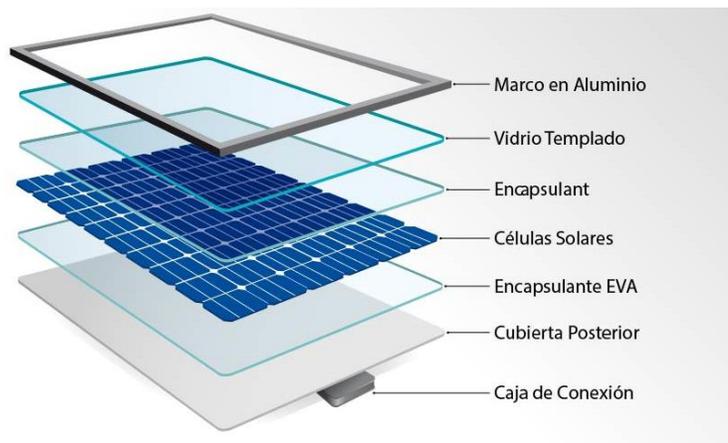
Los paneles solares de acuerdo a (Huitron, Molina, Islas, & Qu, 2017) están contruidos o compuestos principalmente por:

- **Celdas o células fotovoltaicas:** Las Celdas o células fotovoltaicas son hechas a partir de lingotes de silicio puro, elemento muy abundante en la naturaleza pero se encuentra junto con otros elementos, es por eso que se purifica en un grado del 99.99%. Las celdas fotovoltaicas tiene 0.5/0.6 V promedio, aunque, para cálculos prácticos y ágiles se considera que cada celda aporta 0.5 V de diferencia de potencial.
- **Cintas:** Las cintas o circuitos de interconexión están hechas comúnmente de aleaciones de estaño, plata y oro, sirven para interconectar las celdas solares en grupos para formar cadenas de ellas, y posteriormente estas cadenas ser conectadas en serie o en paralelo según sea el caso para obtener el voltaje y potencia que se desea.
- **Cristal:** El cristal es un vidrio templado y antirreflejante con cualidades de transmisión de luz a más de 90%, está contruido para ser resistente contra impactos. En algunas aplicaciones cuenta con filtros que permiten el paso de la banda funcional del espectro solar y es la cara que se encuentra expuesta al sol.
- **Marco:** El marco normalmente está contruido de aluminio anodizado, su función es ser el soporte estructural, cuenta con perforaciones que permiten la fijación y fácil instalación de los paneles, el material del que está hecho brinda una mayor

protección ante las amenazas del medio ambiente. Igualmente permite armar de manera correcta las piezas del panel.

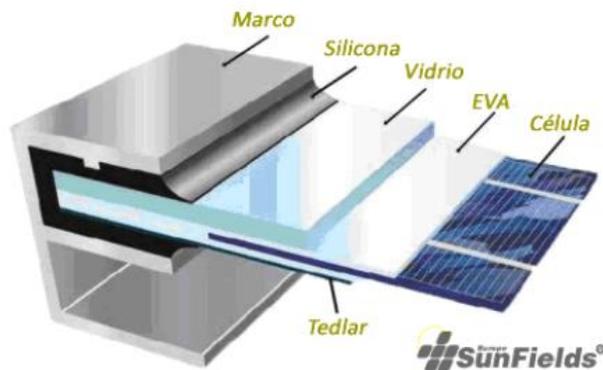
- **Encapsulaste:** Como encapsulante se usa Etil Vinil Acrílico (EVA) su función es proteger las células y sus conexiones de agentes externos, soporta temperaturas muy extremas tanto en verano como invierno a cualquier hora del día y la noche, además proporciona aislamiento eléctrico y es transparente para permitir que la energía solar llegue sin dificultad a la célula fotovoltaica.
- **Plancha base:** La plancha base o contratapa está fabricada en Tedlar Poliéster Tedlar (TPT), se trata de un laminado típicamente de tres capas, robusto y con altas propiedades dieléctricas. Este se encarga de proteger la cara anterior del panel fotovoltaico de los rayos UV, la humedad y el paso del tiempo.
- **Caja de conexiones:** La caja de conexiones o también conocida como junction box, está ubicada en la parte posterior del módulo, contiene conexiones y diodos de protección, se utiliza para transferir la energía producida por el panel hacia el sistema de acople de impedancia de un banco de baterías o sea suministrada a la red eléctrica.
- **Cableado:** El cableado está compuesto por dos líneas identificadas por la polaridad y compuestos por líneas de cable de cobre, aislante y conectores estandarizados.

Ilustración 1. Partes de un panel solar



Fuente: <https://ineldec.com/de-que-estan-hechos-los-paneles-solares-fotovoltaicos/>

Ilustración 2. Corte transversal de un panel solar



Fuente: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/modulo-fotovoltaico-laminacion-curado-y-enmarcado/>

Los beneficios ambientales del reciclaje de vidrios se traducen en una disminución de los residuos municipales, disminución de la contaminación del medio ambiente, y un notable ahorro de los recursos naturales. Cada kilogramo de vidrio recogido sustituye 1,2 kg de materia virgen,

el vidrio es 100% reciclable y mantiene el 100% de sus cualidades: 1 kg de vidrio usado produce 1 kg de vidrio reciclado. El reciclaje consiste en fundir vidrio para hacer vidrio nuevo, en el reciclaje del vidrio se utiliza como materia prima la calcina o vidrio desecho. Su fusión se consigue a temperaturas mucho más reducidas que las de fusión de minerales, por tanto, se ahorra energía (Barahona, 2012).

El aluminio es un metal considerado como el más abundante en la naturaleza y el tercer elemento más común en la corteza terrestre, después del oxígeno y el silicio, Hoy en día las líneas generales del proceso de extracción se mantienen, aunque se recicla de manera general desde 1960 por motivos medioambientales, pero también económicos ya que la recuperación del metal a partir de la chatarra cuesta un 5% de la energía de extracción a partir de la roca. Es por esta razón que la utilización del reciclaje del aluminio, se re transforma para productos útiles con aluminio fraguado, los mercados de estos productos provienen de dos sectores, nacional e internacional (Fernández, 2019).

Las celdas fotovoltaicas en desuso representan un gran desafío en cuanto a su recuperación, ya que estas se encuentran inmersas en un polímero encapsulante (generalmente EVA) por lo que se requiere de un proceso extra para su separación, los procesos con mayor respaldo académico corresponden a incinerar el encapsulante para recuperar la celda, una vez recuperada la celda se debe someter a un proceso llamado Wet Etching, por el cual se logra separar el Silicio (principal componente de la celda) del resto de los componentes que contiene (los cuales no son reutilizables) (Sandoval, 2019)

En el proceso de reciclado quedan dos componentes del módulo fotovoltaico que no se pueden recuperar. Se trata del 'tedlar' (láminas para proteger las células fotovoltaicas de los efectos degradantes de la radiación ultravioleta, además de ser un aislante eléctrico) y del 'EVA'

(encapsulante de las células generadoras que conectan entre sí conformando el núcleo fotovoltaico del panel). Estos componentes son sometidos a un proceso de pirolisis mediante el que, en un horno de atmósfera reducida, se recuperan gases que, posteriormente, pueden ser quemados en otras instalaciones para, por ejemplo, uso energético (Sereno, 2011).

4.2 Marco Conceptual

4.3 Marco Político y legal

La Constitución Política de la República de Colombia, en el artículo 79 establece que “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”, de la misma manera el en artículo 80 se establece que “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados” (República de Colombia , 1991).

En el año 1997 se establecen los mecanismos que permiten a los municipios promover el ordenamiento territorial, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en el ámbito territorial, definiendo el marco regulatorio para garantizar los diferentes usos del suelo y permitir el emplazamiento de empresas y sitios donde se gestionan los residuos, permite la creación de empresas dedicadas específicamente al reciclaje y recuperación de materiales (Congreso de la República, 1997)

A principios de la década pasada el Estado Colombiano impulsó y aprobó la Ley 697 del 3 de octubre de 2001, Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones, orientando la política energética colombiana e impulsando el uso de fuentes renovables de energía, siendo el Ministerio de Minas y Energía el encargado de fomentar esta política del Estado (Congreso de La República, 2001)

Mediante la Ley 788 de 2002 se crea un marco de beneficios fiscales y tributarios orientados a la disminución de impuesto a la renta sobre las ventas de energía renovable, durante un periodo de 15 años, basado en los certificados de reducción de emisiones de carbono y la implementación de programas sociales (Congreso de la República, 2002)

Mediante el decreto 3683 de 2003, se reglamenta la Ley 697 de 2001 y se crea una comisión intersectorial, siendo su objetivo principal el uso racional y eficiente de la energía, de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables, lo que impulsa el uso de fuentes alternativas a gran escala, dentro de las cuales se destaca la energía solar (Presidencia de la República, 2003).

Mediante el decreto 1505 de 2003, el ministerio de ambiente , vivienda y desarrollo territorial, reglamente el servicio de recolección de desechos aprovechables y no aprovechables acorde a los establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) (MinAmbiente, 2003).

La Ley 1672 de 2013 le da el carácter de manejo diferenciado a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), prohíbe su disposición final en los rellenos sanitarios y los restringe a rellenos de seguridad, para que sean retomados por los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, mediante sistemas de recolección y de gestión ambientalmente segura. Así, se busca que el consumidor devuelva los RAEE sin ningún costo (Congreso de la República, 2013).

En el año 2014 el congreso de la República de Colombia legisló, mediante la Ley 1715 del 13 de mayo de 2014, a favor de la promoción del desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. (Congreso de la República, 2014)

Mediante el decreto 0570 del 23 de Marzo de 2018 del ministerio de Minas y energía, se establecen los lineamientos de política pública para definir e implementar un mecanismo que promueva la contratación de largo plazo para los proyectos de energía eléctrica y que sea complementario a los mecanismos existentes en el Mercado de Energía Mayorista, mitigando los efectos de la variabilidad y cambio climático a través del aprovechamiento del potencial y la complementariedad de los recursos energéticos renovables disponibles (Ministerio de Minas y Energía, 2018).

Mediante el decreto 2412 de 2018, el Ministerio de Vivienda, ciudad y Territorio reglamenta parcialmente el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente al incentivo al

aprovechamiento de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones, definiendo los incentivos y mecanismos para acceder a los mismos a partir de iniciativas públicas o iniciativas privadas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018).

Conforme al Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (Gobierno de Colombia DNP, 2019), se tiene en cuenta el pacto por la sostenibilidad, postulando los principios para lograr sostenibilidad y mitigación del cambio climático, principalmente en temas de economía circular, basado en los principios de una economía productiva, eficiente y sostenible aplicado procesos de reducción, reciclaje y reutilización de residuos, impulsando mecanismos para financiamiento, instrumentos económicos y mercados de las actividades de sostenibilidad y mitigación del cambio climático en donde se pretende Facilitar el acceso a recursos financieros de crédito por parte de Bancóldex, Findeter y otras entidades financieras para que las industrias incorporen mejores tecnologías y prácticas ambientales, buscando la transición hacia la sostenibilidad e Implementar la estrategia de financiamiento climático que incluya la identificación de nuevos esquemas financieros e instrumentos fiscales y no fiscales y de mercado para para impulsar el desarrollo de programas, proyectos y medidas de reducción de emisiones de GEI en todos los sectores productivos, bajo el liderazgo de MinHacienda, MinAmbiente y DNP (DNP Colombia, 2019).

CAPÍTULO II

5 Estudio de Mercado y Comercialización

5.1 Estudio de mercado

La inteligencia o estudio de mercados es un proceso de exploración de las variables que indican el comportamiento actual y la tendencia de la oferta, demanda, precios de un producto a nivel global o en nichos específicos de mercado. Es un mecanismo de información y monitoreo estratégico que relaciona variables de marketing utilizando para ello diversas metodologías y herramientas que optimicen la toma de decisiones gerenciales (Bernal S. , 2017).

De acuerdo a (Cámara de Comercio de Bogotá, 2008) un estudio de mercado es una de las garantías para tener mayor probabilidad de éxito en el proceso de creación de empresa es lograr un puente, una conexión, entre la idea de negocio y el acto de compra de la misma. Definiendo una solución metodológica para lograr un buen estudio de mercado de la siguiente manera:

5.1.1 Concepto de la empresa

De acuerdo a (Cámara de Comercio de Bogotá, 2008) es la idea de negocio definida para una actividad comercial, se puede definir como la personalidad de la empresa, de acuerdo a este concepto el presente trabajo de grado trata el concepto de una empresa dedicada al reciclaje y

aprovechamiento de paneles solares en desuso, por lo anterior el presente estudio de prefactibilidad presenta una solución de empresa buscando aprovechar los beneficios tributarios y de acceso a financiación de la economía circular, de la misma manera el beneficio al medio ambiente que ofrecen las actividades de reciclaje y recuperación de materiales.

5.1.2 Descripción del segmento de mercado

El segmento de mercado también es conocido como los bienes y/o servicios ofrecidos por la empresa, para el presente caso de estudio de prefactibilidad de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, se definen los siguientes bienes y/o servicios:

- Servicio de asesoría y diagnóstico de paneles e instalaciones solares.
- Compra de paneles solares en desuso.
- Recolección de Paneles solares en desuso.
- Desmantelamiento de Paneles solares en desuso.
- Comercialización de vidrio reciclado a partir de paneles solares en desuso.
- Comercialización de Aluminio reciclado a partir de paneles solares en desuso.
- Comercialización de sustratos de Silicio a partir de paneles solares en desuso.
- Reparación y remanufactura de paneles solares con daños estructurales cuya unidad funcional de generación no tenga daños.

- Recuperación de unidades funcionales de generación fotovoltaica de paneles solares.
- Disposición final y aprovechamiento de partes no reciclables de paneles solares.
- Investigación y desarrollo en el aprovechamiento de los componentes de paneles solares en desuso y elementos de su cadena productiva.

5.1.3 Preconcepto y segmentación del sector económico de la empresa

El sector económico donde se desenvolverá el proyecto esta soportado en la industria emergente alrededor de la economía circular, teniendo en cuenta que las bases de la Economía Circular se definen en 9R: Repensar, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Remanufacturar, Reducir, Re-proponer, Reciclar y Recuperar (MinAmbiente, 2021).

Los indicadores del sector económico de Economía Circular han sido categorizados en cuatro componentes que dan cuenta de las fases del proceso. La adaptación para la clasificación de los indicadores presentados, son parte de los acuerdos de la Mesa de Información de Economía Circular y se incorporará en el Sistema de Información de Economía Circular (DANE, 2020), que se clasifican en la siguiente tabla:

Tabla 2. Actividades económicas definidas para la economía circular

Etiqueta Actividad Económica	Descripción Actividad Económica
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; Actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de

Etiqueta Actividad Económica	Descripción Actividad Económica
Administración pública y defensa	bienes y servicios para uso propio. Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; Educación; Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales.
Actividades profesionales, científicas y técnicas	Actividades profesionales, científicas y técnicas; Actividades de servicios administrativos y de apoyo.
Comercio al por mayor y al por menor	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; Transporte y almacenamiento; Alojamiento y servicios de comida.
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental.

Fuente: (DANE, 2020)

Dada la anterior definición se clasificará la empresa en el segmento de Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental.

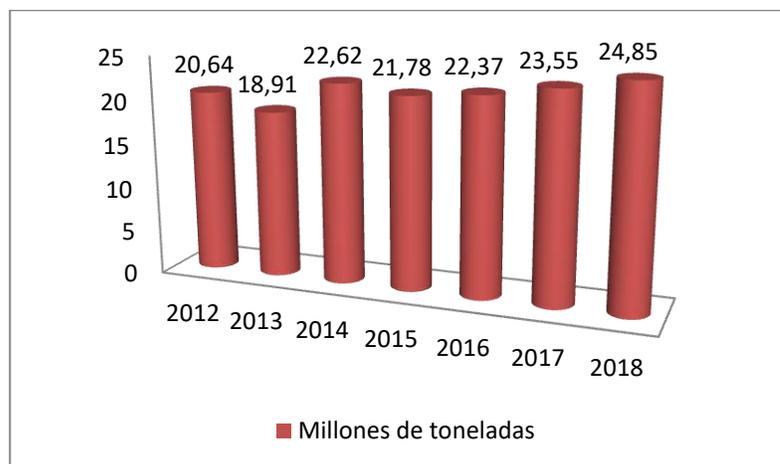
5.1.4 Análisis del sector económico de la empresa

El sector donde se segmenta la actividad económica de la empresa es específicamente la gestión de desechos y actividades de saneamiento, su aporte en la economía tiene más de 40 años de evolución a partir de la definición en Colombia del concepto de sostenibilidad y de manejo integral de los recursos naturales, cuyo objetivo principal es que la materia de aquello que se fabrica y consume permanezca en uso el mayor tiempo posible para reducir el consumo de materias primas y la generación de residuos que impactan de forma negativa los ecosistemas, en Colombia, según reporte de economía circular del DANE, publicado en agosto de 2020, la tasa

de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos y productos residuales generados ascendió un 11,1% en 2018 comparado con 2017 (Guzman , 2020).

Se debe tener en cuenta que en 2018 se generaron 29.111 toneladas de residuos sólidos y productos residuales por cada billón de PIB. El indicador presentó un crecimiento de 2,9% frente al año anterior, explicado por el crecimiento de 5,5% en la generación de residuos y de 2,5% en el PIB, para el 2018, la oferta de residuos sólidos y productos residuales derivados de los procesos de producción, consumo y acumulación ascendió a 24,85 millones de toneladas, dentro de las cuales el 86,0% (21,38 millones de toneladas) correspondió a residuos sólidos, y el 14,0% (3,47 millones de toneladas) a productos residuales. El comportamiento de la oferta para 2018 muestra un crecimiento de 5,5% con relación al año anterior, explicado por un incremento de 8,6% en la oferta generada por los hogares (11,64 millones de toneladas) y una contribución de 3,9 puntos porcentuales, sobre la variación total (DANE, 2020).

Figura 2. Oferta de residuos sólidos y productos residuales 2012 – 2018



Fuente: Cuentas Nacionales (DANE, 2020)

5.1.5 Generalidades del sector económico de la empresa

Conforme el Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad” (Departamento Nacional de Planeación, 2019) el sector económico de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos y productos residuales, es uno de los pilares de la economía circular, y dentro de sus objetivos de destacan:

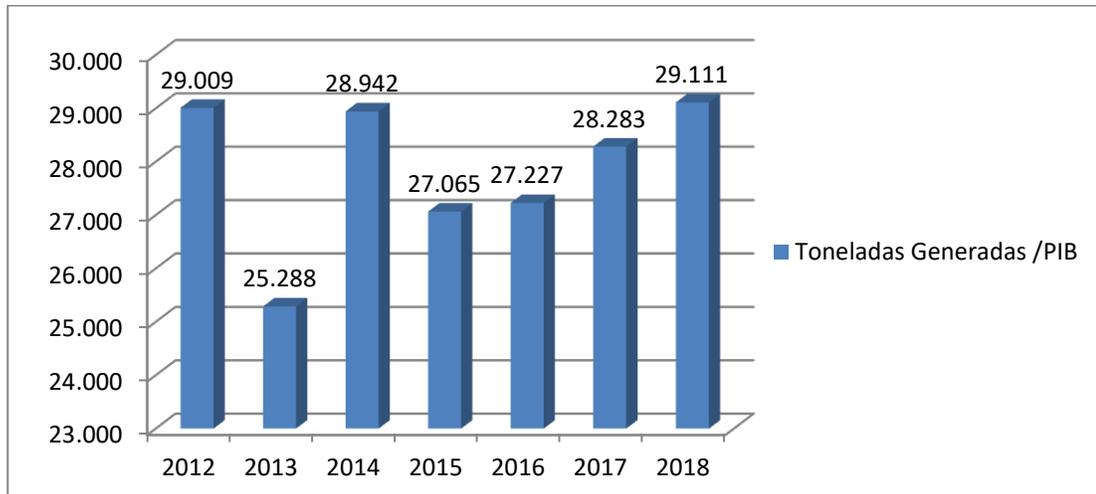
- Avanzar hacia la transición de actividades productivas comprometidas con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático.
- mejorar la calidad del aire, del agua y del suelo para la prevención de los impactos en la salud pública y la reducción de las desigualdades relacionadas con el acceso a recursos;
- Acelerar la economía circular como base para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos.
- Desarrollar nuevos instrumentos financieros, económicos y de mercado para impulsar actividades comprometidas con la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático.

5.1.6 Participación de sector económico de la empresa en el PIB Nacional

En 2018 se generaron 29.111 toneladas de residuos sólidos y productos residuales por cada billón de PIB. El indicador presentó un crecimiento de 2,9% frente al año anterior, explicado por el crecimiento de 5,5% en la generación de residuos y de 2,5% en el PIB, en donde la generación de residuos sólidos por PIB, se calcula como la relación entre la oferta total de

residuos y productos residuales expresada en toneladas y las series encadenadas de volumen del PIB expresadas en billones de pesos. Actualmente, el indicador tiene cobertura sobre la oferta de los hogares y las actividades económicas de la industria manufacturera (DANE, 2020).

Figura 3. Generación de residuos sólidos por PIB 2012 – 2018



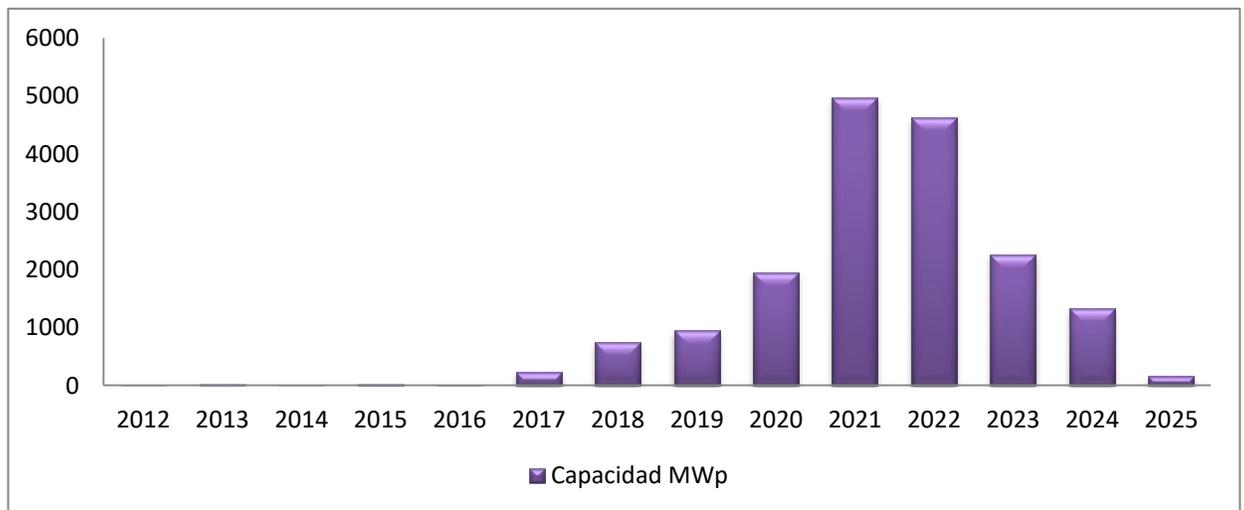
Fuente: Cuentas Nacionales (DANE, 2020)

5.1.7 Análisis del mercado de proveedores.

De acuerdo a la naturaleza del proyecto, se define como los potenciales proveedores los diferentes proyectos de generación de energía a partir de plantas fotovoltaicas, para esta proyección se realiza el estudio de proyectos de generación de energía a partir de fuentes fotovoltaicas debidamente registrados ante la UPME, conforme a lo establecido en la Ley 143 de 1994, por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética (Congreso de la República, 1994).

A partir del informe de registro de proyectos de generación de la UPME, semana 11 del 2021 (UPME, 2021), se identifican 914 proyectos de generación fotovoltaica registrados entre el año 2014 y la semana 11 del año 2021, que suman un total de 17.310,48 MWp, que se han sido implementados a la fecha y otros se proyecta serán implementados antes del año 2025, conforme a lo anterior y a partir de un cálculo de una potencia pico comercial máxima de 545Wp para paneles solares comerciales, se tiene un aproximado de 31,76 Millones de unidades de paneles solares implementados y/o a implementar dentro de los proyectos registrados a la fecha ante la UPME.

Figura 4. Implementación de proyectos solares registrados ante la UPME



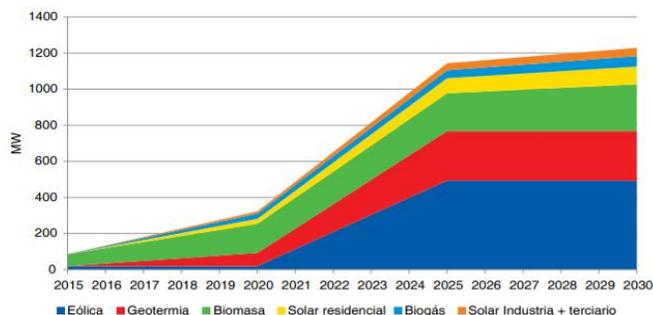
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de

<https://www1.upme.gov.co/Paginas/Registro.aspx> (UPME, 2021)

Conforme al crecimiento de los sistemas de energía solar fotovoltaica a gran escala, dentro de los últimos 10 años, que se considera como la principal fuente de materia prima, para este caso sería el objeto de análisis de la oferta del mercado en el caso de las materias primas,

para realizar esta cálculo se tiene en cuenta el crecimiento desde el año 2015 de 600 MW y las proyecciones hasta el año 2030 de 1086 MW (Misión Crecimiento Verde, 2017)

Figura 5. Crecimiento de FNCER hasta 2030



Fuente: (UPME, 2017)

Los factores que pueden determinar la oferta están dados por la probabilidad de daños prematuros de las unidades de generación fotovoltaicas y el fin de su vida útil, conforme a esto se debe tener en cuenta el estado de madurez de la tecnología implementada desde la década de 1990 (Gómez, Murcia, & Cabeza, 2017). De acuerdo a (Arancibia, 2019) la probabilidad e daño de daño de los paneles solares durante su vida útil son:

- Daño por garantía de fabricación: 0.01% (100 unidades por cada millón).
- Daño por celdas defectuosas: 0.05% (500 unidades por cada millón).
- Daño por impactos: 0.005% (50 unidades por cada millón).
- Daños por puntos calientes: 0.1% (1000 unidades por cada millón).
- Deslaminación: 0.01% (100 unidades por cada millón).
- Daños de cableado o soldadura: 0.01% (100 unidades por cada millón).
- Daños en transporte e instalación: 0.05% (500 unidades por cada millón).

- Degradación acelerada de la capacidad de generación: 0.001% (10 unidades por cada millón).
- Fenómenos naturales: 0.001% (100 unidades por cada millón).
- Reemplazo al cumplir el tiempo esperado (25 años): 85% (850.000 unidades por cada millón)

Teniendo en cuenta que entre los objetivos principales de la economía circular se encuentra la responsabilidad de los productores, importadores, comercializadores y usuario final en la huella contaminante de los productos, lo que se conoce como la responsabilidad extendida del productor (DANE, 2020).

La responsabilidad extendida del productor (REP) debe aplicarse en toda la cadena de suministro, de lo contrario, fallaría. Además de su aplicación en las empresas de empaques, se ven otras historias de éxito de REP, como en electrónica de consumo, electrodomésticos, neumáticos, ropa y otros. Hay otros ejemplos muy buenos que Colombia puede adaptar según las especificidades culturales, económicas, ambientales y sociales y desarrollar su propia solución de REP (Andesco, 2021).

Dado lo anterior se clasificaran como objetivos de materia prima, además de las plantas de producción de energía solar, fabricantes, importadores y comercializadores de paneles solares facilitando a este tipo de empresas el cumplimiento de los requerimientos de REP

5.1.8 Análisis de la demanda.

Conforme al objeto de la empresa, se deben evaluar los posibles compradores de cada uno de los materiales resultado del proceso, para este caso se deben evaluar los potenciales

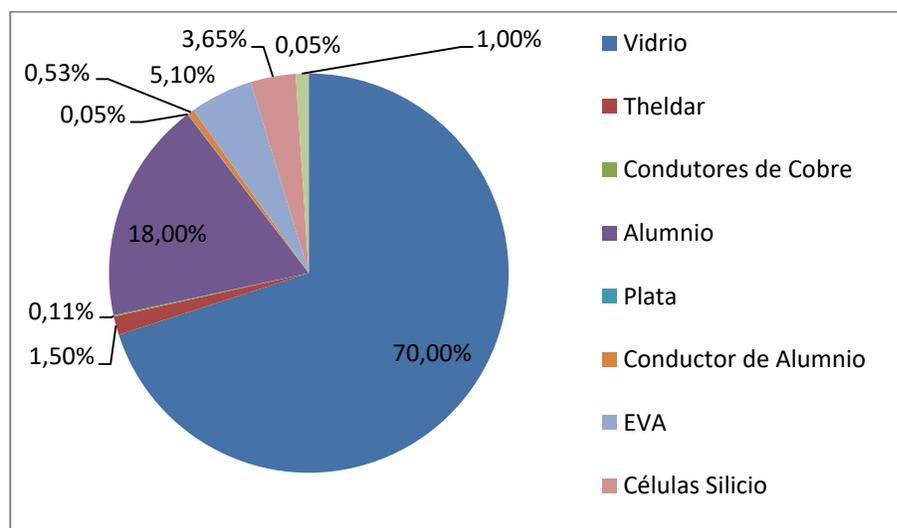
compradores de los productos del proceso, en primer lugar se realiza un análisis del porcentaje de composición de y proporciones promedio en cada unidad funcional de generación fotovoltaica, de acuerdo a la siguiente información:

Tabla 3. Porcentaje de conformación de componentes por cada tonelada de paneles solares

Componentes	Cantidad	Unidad	Porcentaje
Vidrio	700	Kg	70.00%
Marco de aluminio	180	Kg	18.00%
EVA	51	Kg	5.10%
Células solares de Silicio	36.5	Kg	3.65%
Tedlar	15	Kg	1.5%
Cables de Cobre	10	Kg	1.00%
Conductor interno de aluminio	5.3	Kg	0.53%
Conductor interno de Cobre	1.14	Kg	0.11%
Plata	0.53	Kg	0.053%
Otros Metales	0.53	Kg	0.053%

Fuente: (Romero, 2019)

Figura 6. Porcentaje de conformación de componentes por cada tonelada de paneles solares



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (Romero, 2019)

A partir de la información evaluada se revisa los posibles mercados para la compra, lo que se realiza a partir del porcentaje de composición de los componentes de los paneles solares:

Para el aprovechamiento del Vidrio se reconocen los siguientes potenciales compradores:

- **OI-Peldar:** la empresa O-I Peldar hace parte de la Organización Ardila Lülle y del grupo Owens- Illinois, el fabricante de envases de vidrio más grande del mundo, En Colombia, está presente con 4 plantas ubicadas en Envigado, Zipaquirá, Soacha y Buga, las cuales producen envases de vidrio para las categorías de licores, bebidas no alcohólicas, alimentos, farmacéuticos y cosméticos, reciclando el 48% del vidrio, siendo el referente principal en cuanto a reciclaje de vidrio en Colombia (Owens Illinois, 2021).
- **Tecnoglass:** Tecnoglass es una compañía líder en la fabricación de vidrio arquitectónico y productos de aluminio para la industria mundial de la construcción, tanto comercial como residencial, fundada en 1984, y tiene una participación del 40% del mercado de estructuras de aluminio y vidrio en Colombia al año en Colombia recicla más de 15.000 toneladas de Vidrio (Tecnoglass, 2018).
- En un menor porcentaje de participación en el mercado se destacan las empresas Templado S.A., Vidrio Andino, Vitelsa, Vitelco de Colombia y Vidriería universal (Vidrio Perfil, 2021).

En cuanto a la fundición de metales no ferrosos se reconocen la empresa Alúmina S.A: Es una empresa con más de 60 años de constituida, ubicada en la zona industrial de Yumbo, Valle del Cauca, su consumo de aluminio de reciclaje promedio al mes es de 15.000 toneladas (Bernal O. , 2014).

Para el reciclaje y exportación de residuos de componentes electrónicos se reconoce la empresa Macrometales S.A. en el Valle del Cauca dedicada a la consolidación y exportación de materiales no aprovechables en el país que son reciclables a gran escala en mercados como Estados Unidos y China para la producción de circuitos y semiconductores (Macrometales S.A., 2021).

5.1.9 Productos o servicios sustitutos.

Como servicio sustituto se identifica el mercado de empresas transformadoras de reciclaje cuentan hoy en día con puntos a nivel nacional de comercialización de estos productos para garantizar una buena oferta para ellos, sin embargo su trabajo de desmantelamiento y aprovechamiento de los materiales solo se enfoca hacia los productos de valor para este tipo de empresas, aluminio y vidrio (Barbosa, 2018).

Frente a este tipo de mercado sustituto de acuerdo a (DANE, 2020) la implementación de la economía circular implica a los productores, importadores, comercializadores y usuarios finales directamente en la buena disposición de los residuos, lo que genera una ventaja competitiva frente a los productos y servicios sustitutos.

5.1.10 Factores que determinan el mercado.

Los factores que determinan el mercado están directamente enlazados a la evolución del mercado de energía solar fotovoltaica en el país y los aspectos que afectan la eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos durante su ciclo de vida, todo lo anterior ajustado al marco regulatorio y de responsabilidad ambiental de todos los involucrados en la cadena de valor de los paneles fotovoltaicos.

Para facilitar el análisis del costo de venta de los materiales reciclados se usa los costos de referencia y se define como unidad de medida una tonelada de material a reciclar, a partir de los porcentajes de materiales definidos se puede calcular el costos de venta de 1 tonelada de paneles solares recuperados.

Conforme la composición de una tonelada de paneles solares dadas por (Romero, 2019) se puede calcular el costo de venta esperado por cada tonelada de paneles solares procesada conforme a los costos de compra de los agentes recicladores conforme a la encuesta anual de reciclaje en Colombia (Acoplásticos, 2020) vigente entre abril de 2020 y abril de 2021, el costo del Silicio al ser exportado, teniendo en cuenta que en Colombia no existe la capacidad para su procesamiento, se toma el costo de referencia para California Estados Unidos de (Impressum, 2021), como el costo esta dado en Dólares Americanos se toma la referencia de precio promedio para el mes de Marzo de 2021 (\$ 3.657 Cop/USD) de acuerdo a la tasa representativa del mercado vigente para Colombia emitida por el Banco de la República de Colombia (Banco de la República de Colombia, 2021) de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4. Costo de venta de los productos de reciclaje

Componentes	Cnt	Und	%	Costo de venta (COP/Kg)	Total
Vidrio	700	Kg	70.00%	\$ 113	\$ 79.100
Marco de aluminio	180	Kg	18.00%	\$ 2.300	\$ 414.000
EVA	51	Kg	5.10%	Sin Costo referencia	0
Células solares de Silicio	36.5	Kg	3.65%	\$ 732	\$ 26.718
Tedlar	15	Kg	1.5%	\$ 325	\$ 4.875
Cables de Cobre	10	Kg	1.00%	\$ 32.190	\$ 321.900
Conductor interno de aluminio	5.3	Kg	0.53%	\$ 2.300	\$ 12.190
Conductor interno de Cobre	1.14	Kg	0.11%	\$ 32.190	\$ 36.697

Componentes	Cnt	Und	%	Costo de venta (COP/Kg)	Total
Plata	0.53	Kg	0.053%	\$ 1.192	\$ 632
Otros Metales	0.53	Kg	0.053%	\$ 280	\$ 149
				Total	\$ 896.261

Fuente: Elaboración propia

5.1.11 Estrategia de venta y factor diferencial.

De acuerdo a lo establecido en el decreto 2820 de 2010, por medio del cual se reglamenta el licenciamiento ambiental en Colombia, se requiere previamente la obtención de una licencia ambiental para el almacenamiento, aprovechamiento, valorización, desensamble, recuperación de partes y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Minambiente, 2021).

Dado lo anteriormente mencionado y la necesidad de las empresas del sector energético emergente de fuentes alternativas de energía para adaptarse a la normativa colombiana, que de acuerdo a lo establecido en el artículo 8 del decreto 2820 de 2010 en donde especifica que todas la empresas del sector eléctrico que todos los proyectos de construcción y operación de centrales generadoras de energía eléctrica mediante el uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes con capacidad instalada superior a 3 MW, deben contar con una licencia ambiental dentro de toda la cadena del ciclo de vida del producto (MinAmbiente, 2010).

La estrategia de negocio se soporta en el concepto de cadena la cadena de valor del reciclaje que considera todas las actividades, y las interacciones entre ellas, llevadas a cabo para aprovechar un determinado material reciclable, que van desde la generación del residuo y separación en la fuente, pasando por su recolección, su alistamiento o pre-transformación, procesamiento y su comercialización para la generación de nuevos productos, que son introducidos nuevamente al mercado (Semear, 2021).

Dado lo anterior, de acuerdo a lo expuesto por (Van Hoof, 2005), la estrategia de mercado se basará principalmente en los acuerdos o convenios de competitividad con las empresas de la cadena de valor de los paneles solares, soportado en el apoyo en la asesoría de procesos ambientales para aplicación e economía circular y actividades de reciclaje de los paneles solares en desuso.

CAPÍTULO III

6 Aspectos Técnicos

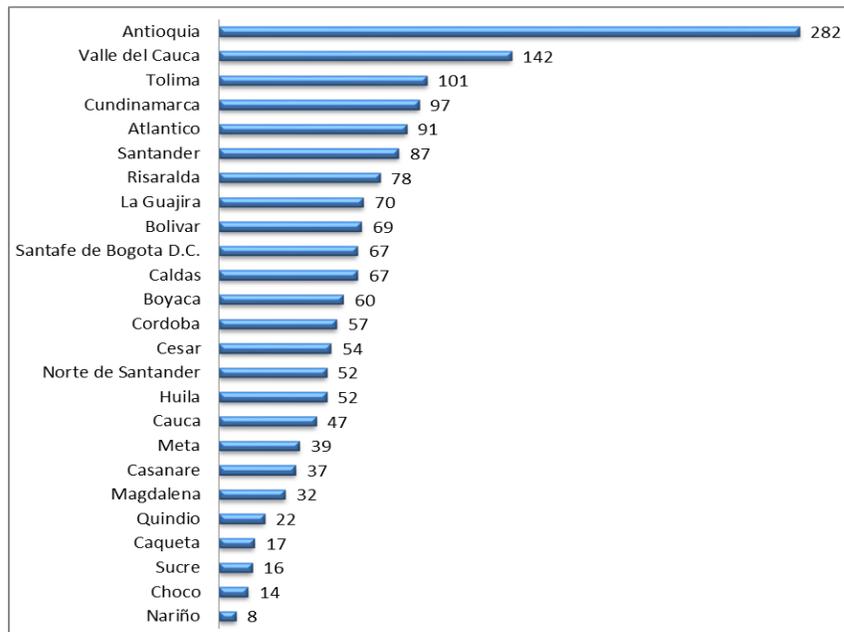
6.1 Localización.

Para definir la localización se debe analizar la relación entre la fuente de materia prima, las plantas de generación de energía a partir de fuente fotovoltaica, y los posibles compradores de los productos finales.

6.2 Macro localización.

En primer lugar se realiza un análisis de la distribución de proyectos, de acuerdo a (UPME, 2021) se realiza una distribución de los proyectos por departamento, incluyendo únicamente los proyectos ubicados en zonas que permiten acceso mediante carreteras:

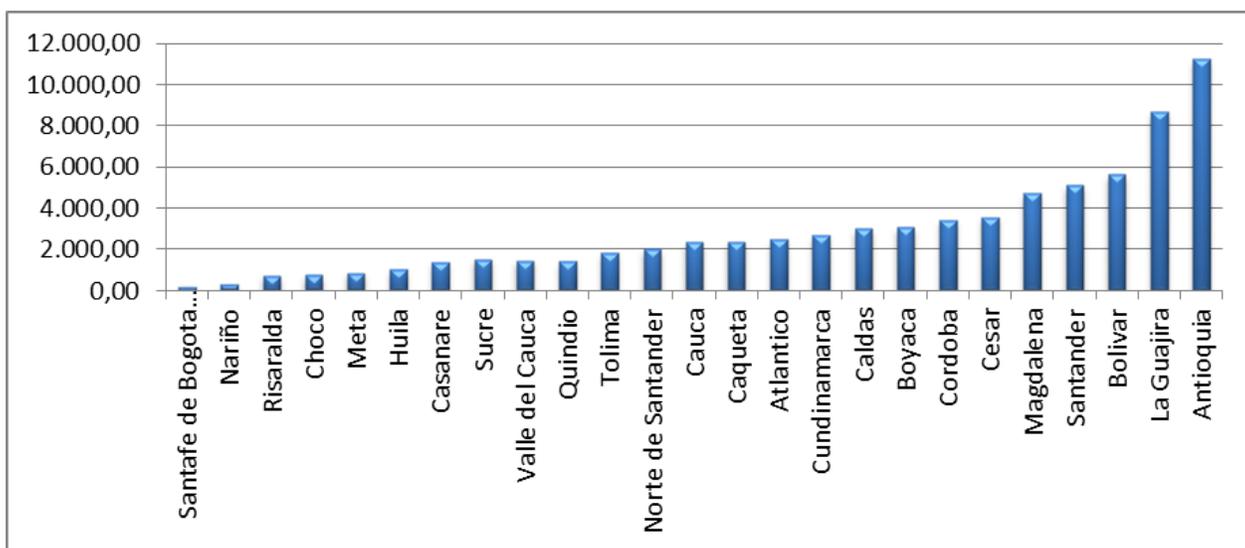
Figura 7. Proyectos Registrados en la UPME de generación Fotovoltaica por departamento



Fuente: elaboración propia a partir de (UPME, 2021)

De la misma manera se realiza el análisis de capacidad de generación proyectada por departamento, así se proyecta la cantidad de paneles solares en cada región que será directamente proporcional a la cantidad de elementos a reciclar durante el ciclo de vida de los equipos.

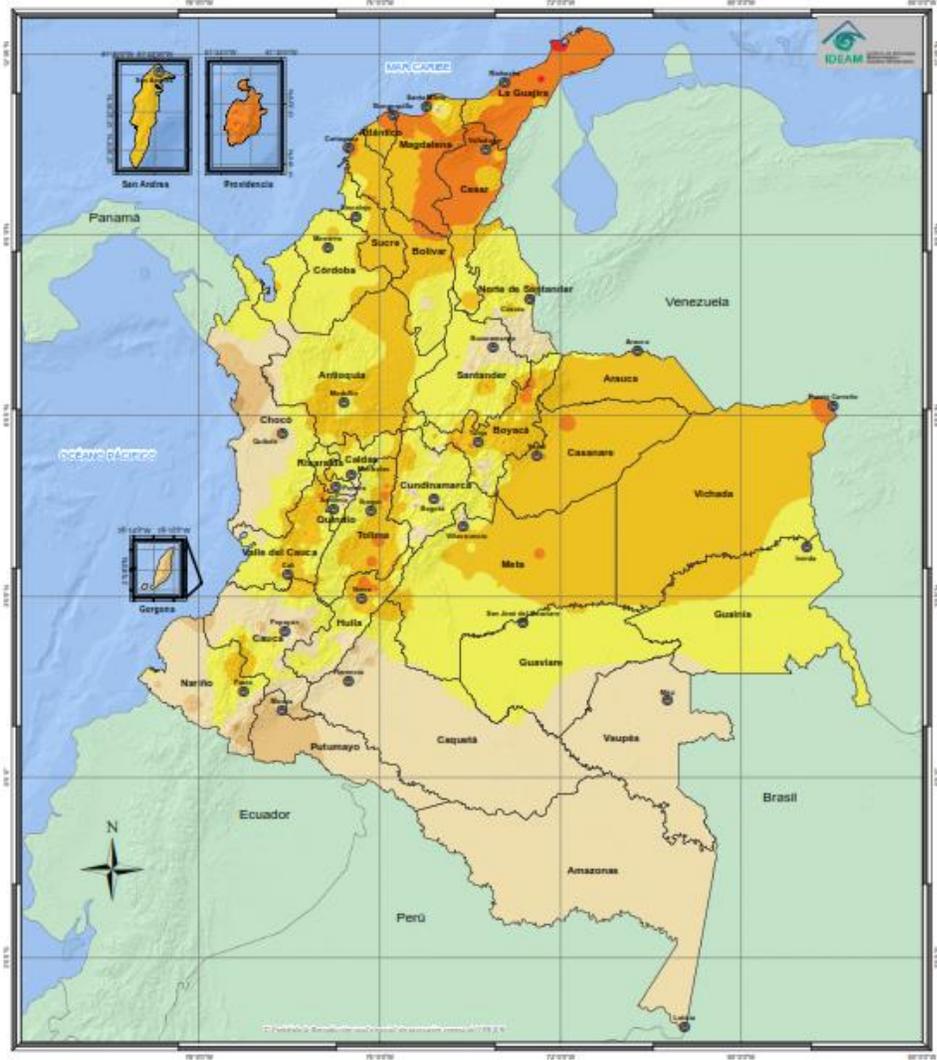
Figura 8. Capacidad de generación de Proyectos Registrados en la UPME de generación Fotovoltaica por departamento



Fuente: elaboración propia a partir de (UPME, 2021)

Al revisar las gráficas se observa que la mayor cantidad de proyectos y capacidad de generación, que se ve reflejado en la cantidad de paneles solares, se encuentran proyectados y/o construidos en la región caribe, Antioquia y los valles de los ríos Magdalena y Cauca, al contrastar esta información con respecto a (IDEAM, 2018) coincide con las regiones con mayor intensidad de radicación solar de Colombia, es decir donde las horas efectivas de radiación solar son mayores y las instalaciones de paneles solares son más eficientes por cada metro cuadrado instalado, a continuación se puede

Ilustración 3. Mapa de radiación solar de Colombia

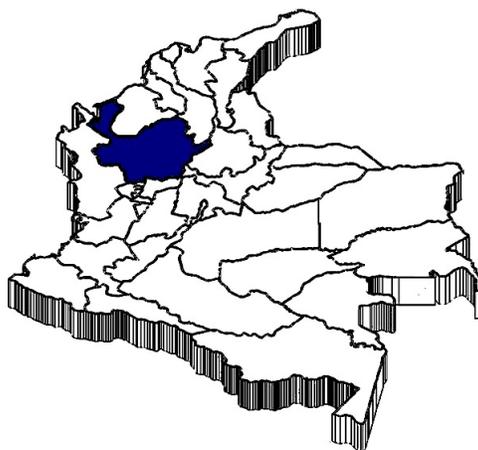


 INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL MEDIO DIARIO ANUAL REPÚBLICA DE COLOMBIA 2014	Leyenda kWh/m ² día 1,5 - 2,0 2,0 - 2,5 2,5 - 3,0 3,0 - 3,5 3,5 - 4,0 4,0 - 4,5 4,5 - 5,0 5,0 - 5,5 5,5 - 6,0 6,0 - 6,5 6,5 - 7,0	Convenciones ● Ciudades Principales Límites ~ Límite Departamental ~ Límite Internacional	Información de Referencia PROYECCIÓN: Conforme de Gauss DATUM: MAGNA - SIRGAS ORIGEN DE LA ZONA: BOGOTÁ COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 4° 35' 46,3215" Lat. Norte 77° 04' 39,0285" Long. Oeste COORDENADAS PLANAS: 1000 000 metros Norte 1000 000 metros Este Escala Colombia: 1:9.000.000 Escala San Andrés y Providencia: 1:500.000 Fuente: Grupo de Climatología y Agrometeorología Subdirección de Meteorología - IDEAM Cartografía Básica IGAC Elaborado Por: Olga Cecilia González Gómez Ingeniera Geógrafa <small>© Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización expresa del IDEAM</small>
	INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM		

Fuente: (IDEAM, 2018)

Conforme a lo evidenciado del crecimiento de la industria de la generación eléctrica a partir de sistemas fotovoltaicos y el análisis previamente realizado sobre los posibles compradores se define como macro localización el departamento de Antioquia.

Ilustración 5. Macro localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia a partir del mapa en blanco de

<https://sp.depositphotos.com>

6.3 Micro localización.

Conforme a la macro localización realizada se realiza el análisis del departamento y sus subregiones. Antioquia se encuentra dividido en 9 subregiones, dadas principalmente por accidentes geográficos y vías de comunicación (Cámara de Comercio de Medellín, 2019), las cuales son:

- **Suroeste:** Conformado por los municipios de Amagá, Andes, Angelópolis, Betania, Betulia, Caramanta, Ciudad Bolívar, Concordia, Fredonia, Hispania, Jardín,

Jericó, La Pintada, Montebello, Pueblorrico, Salgar, Santa Bárbara, Támesis, Tarso, Titiribí, Urrao, Valparaíso y Venecia.

- **Occidente:** Conformado por los municipios de Abriaquí, Anzá, Armenia, Buriticá, Caicedo, Cañasgordas, Dabeiba, Ebéjico, Frontino, Giraldo, Heliconia, Liborina, Olaya, Peque, Sabanalarga, San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia, Sopetrán y Uramita, agricultura, minería y ganadería.

- **Urabá:** Conformado por los municipios de Apartadó, Arboletes, Carepa, Chigorodó, Murindó, Mutatá, Necoclí, San Juan de Urabá, San Pedro de Urabá, Turbo y Vigía del Fuerte, agricultura, ganadería y minería.

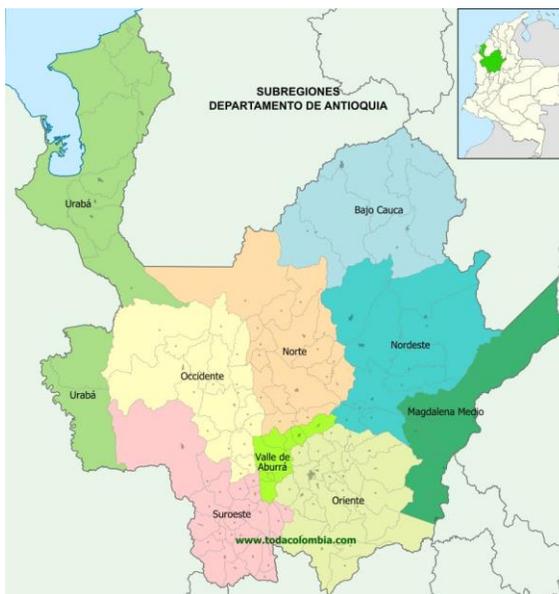
- **Norte:** Conformado por los municipios de Angostura, Belmira, Briceño, Campamento, Carolina del Príncipe, Donmatías, Enterríos, Gómez Plata, Guadalupe, Ituango, San Andrés de Cuerquia, San José de la Montaña, San Pedro de los Milagros, Santa Rosa de Osos, Toledo, Valdivia y Yarumal, su economía se basa en minería, agricultura, ganadería, generación de energía hidroeléctrica e industrial.

- **Nordeste:** Conformado por los municipios de Amalfi, Anorí, Cisneros, Remedios, San Roque, Santo Domingo, Segovia, Vegachí, Yalí y Yolombó, su economía se basa en la minería, agricultura y ganadería.

- **Oriente:** Conformado por los municipios de Abejorral, Alejandría, Argelia, El Carmen de Viboral, Cocorná, Concepción, El Peñol, El Retiro, El Santuario, Granada, Guarne, Guatapé, La Ceja, La Unión, Marinilla, Nariño, Rionegro, San Carlos, San Francisco, San Luis, San Rafael, San Vicente y Sonsón, su economía se basa en agricultura, ganadería y generación de energía hidroeléctrica.

- **Valle de Aburrá:** Conformado por los municipios de Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Estrella, Medellín y Sabaneta, por su alta densidad urbana su economía se basa en industria, comercio y servicios.
- **Bajo Cauca:** Conformado por los municipios de Caucasia, Cáceres, El Bagre, Nechí, Tarazá y Zaragoza, su economía se basa en la minería, su economía se basa en minería, agricultura, ganadería y generación de energía hidroeléctrica.
- **Magdalena Medio:** Conformado por los municipios de Caracolí, Maceo, Puerto Berrío, Puerto Nare, Puerto Triunfo y Yondó, su economía se basa en minería, comercio fluvial, ganadería y petróleo.

Ilustración 6. División política del departamento de Antioquia



Fuente: <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/antioquia/subregiones.html>

Para definir la microlocalización se realiza una evaluación cualitativa por puntos tomando como referencia las 9 subregiones del departamento de Antioquia, a partir de la definición de las

posibles localizaciones se realiza una tabla de puntajes ponderados entre 0- 10 de cada una de las variables del modelo de variación de Brown – Gibson para después encontrar el porcentaje de su sumatoria conforme al mayor porcentaje a obtener conforme a (Carro & González, 2012):

Factores a Evaluar:

- **Materia Prima (1):** Se evalúa la fuente, disponibilidad y facilidad de compra.
- **Control Ambiental (2):** Se analiza la legislación de control ambiental.
- **Factores de la comunidad (3):** Se revisa la capacidad e implementación de acuerdo al plan de ordenamiento territorial o zonas industriales para el desarrollo de la actividad industrial.
- **Mercados (4):** Se analiza la cercanía a proveedores y compradores que facilite la compra y distribución de los productos.
- **Servicios públicos (5):** Se analiza el acceso a los servicios públicos básicos y la disponibilidad de las capacidades de acometidas.
- **Desarrollo del entorno (6):** Características del terreno, disponibilidad de zonas de desarrollo de la actividad, costos del suelo e infraestructura de la zona.
- **Comunicaciones (7):** Acceso a sistemas de comunicaciones.
- Aspectos legales: Impuestos, incentivos y promociones.
- **Restricciones (8):** Cercanía con vías de comunicación, cercanía a reservas naturales y disposiciones que impiden el desarrollo de la actividad económica.
- **Condiciones climáticas (9):** Ocurrencia cíclica de desastres naturales por condiciones climáticas, tales como huracanes, terremotos, erupciones volcánicas, temporadas de lluvias e incendios forestales.

- **Medios de transporte (10):** Existencias de sistemas de vías por medio de carreteras, vías férreas o fluviales, con las fuentes de materias primas y los compradores.
- **Mano de obra (11):** Disponibilidad de mano de obra, calidad de mano de obra y costo de la mano de obra.
- **Otros (12):** Se evalúa acceso al mantenimiento y seguridad del entorno.

Tabla 5. Análisis cuantitativo de acuerdo al modelo de variación de Brown – Gibson

Subregión	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	Suma	%
Suroeste	4	3	4	3	5	5	6	4	2	5	4	45	40,91%
Occidente	4	4	3	2	5	4	5	5	2	6	5	45	40,91%
Urabá	3	2	3	3	4	4	4	4	2	5	2	36	32,73%
Norte	6	6	5	4	6	5	5	6	6	6	2	57	51,82%
Nordeste	6	5	7	6	5	6	6	7	6	6	3	63	57,27%
Oriente	7	7	6	5	7	7	7	6	7	6	6	71	64,55%
Valle de Aburrá	10	8	8	10	10	10	8	9	8	8	8	97	88,18%
Bajo Cauca	6	7	7	8	6	6	5	6	7	6	4	68	61,82%
Magdalena Medio	7	7	8	6	6	7	7	7	7	6	4	72	65,45%

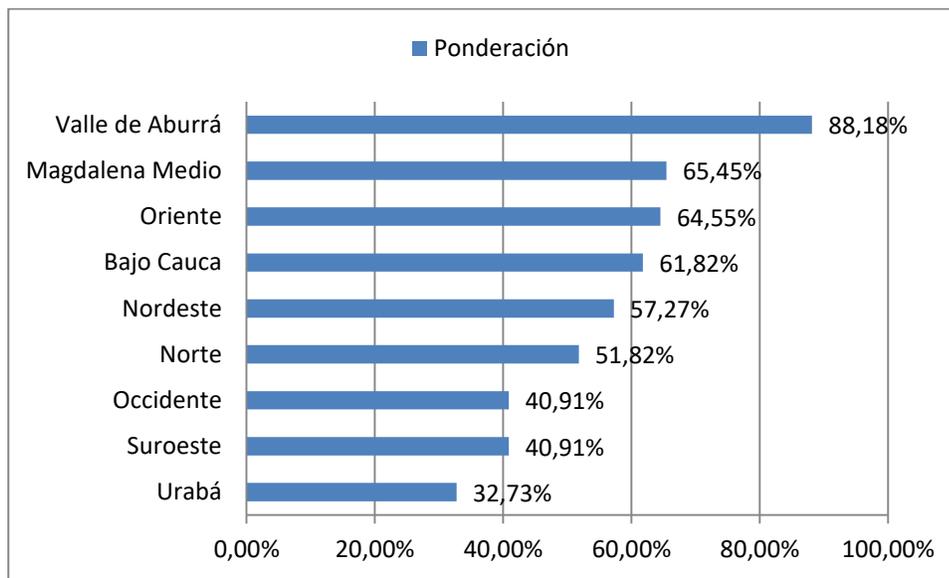
Fuente: Elaboración Propia

Conforme lo revisado en la tabla, se organizan los resultados porcentuales ponderados de mayor a menor, tomando como orden de elegibilidad la subregión con mayor resultado porcentual ponderado, de esta manera se tiene como resultado que las regiones en orden de elegibilidad son:

- Valle de Aburrá con un resultado porcentual de 88,18%.
- Magdalena Medio con un resultado porcentual de 65,45%.
- Oriente con un resultado porcentual de 64,55%.
- con un resultado porcentual de 61,82%.

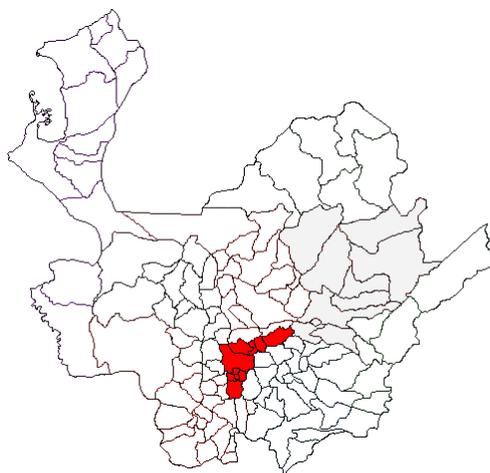
Por lo anterior se define como la microlocalización del proyecto la región antioqueña denominada Valle de Aburrá, se puede graficar el análisis:

Figura 9. Resultado porcentual de la ponderación realizada



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 7. Microlocalización del proyecto

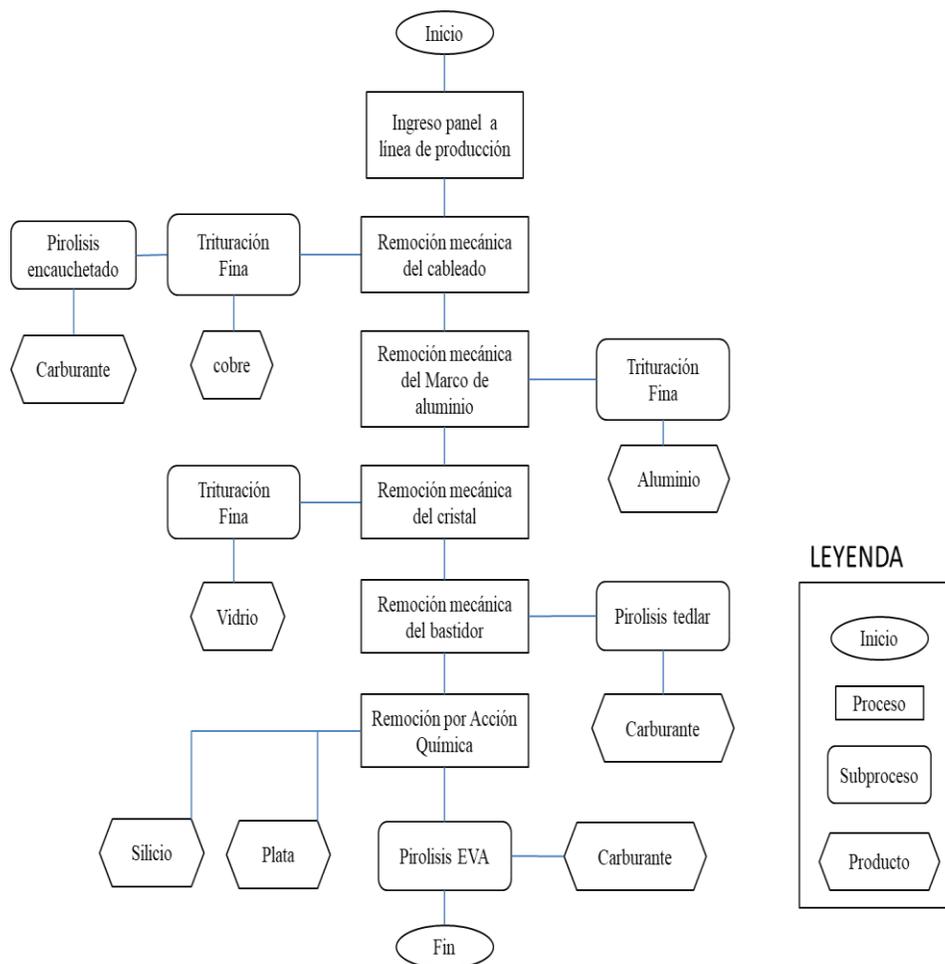


Fuente: Elaboración propia a partir del mapa en blanco de <https://sp.depositphotos.com>

6.4 Procesos.

El proceso se basa en una línea de producción en la que cada estación tiene una actividad específica, de la misma manera que se plantea el uso de trituradoras de material para facilitar el almacenamiento de los mismos y así maximizar los costos de los fletes y el espacio de almacenamiento, dado lo anterior se define el siguiente diagrama de flujo de actividades para el desmantelamiento y aprovechamiento de las piezas de un panel solar, asumiendo que esté ya se encuentra en la planta y los productos serán almacenados hasta consolidar un flete de transporte :

Ilustración 8. Propuesta del proceso para el desmantelamiento de un panel solar



Fuente: Elaboración propia

6.5 Análisis de los recursos del proyecto.

A partir de la naturaleza del proyecto se analizarán los siguientes aspectos:

6.5.1 Especificación de los recursos para la implementación y puesta en marcha del proyecto.

Recurso inmobiliario: Para la implementación del proyecto se requiere del uso de una planta de producción y procesamiento, se requiere en alquiler una bodega cubierta, con un área de 1000 metros cuadrados en el área de producción y una altura a techo $\geq 4,5$ metros que permita el ingreso de camiones para carga y descarga o una bahía de descarga en la entrada. De estar ubicada dentro de un parque industrial para mejorar los costos de seguridad. Para este recurso se revisan páginas de oferta de inmuebles que cumplan con esta especificación, con lo que se toman 5 referencias y se tiene un promedio del costo del mismo.

Tabla 6. Recurso Inmobiliario

ITEM	Descripción	Costo Mensual	Fuente del presupuesto
1	Bodega Arriendo Bello 930 M ² Parque Industrial huella de 930 m ²	\$15.700.000	https://bodegasmagno.com/bodega-arriendo-copacabana/2677440
2	Bodega Arriendo Copacabana 922M2 Parque Industrial huella de 922 m ²	\$15.700.000	https://bodegasmagno.com/bodega-arriendo-copacabana/2535743
3	Bodega Arriendo Copacabana 1.209 m ² Parque Industrial, huella de 1.078 m ²	\$20.553.000	https://bodegasmagno.com/bodega-arriendo-autopista-bello-hatillo-copacabana/3024336
4	Bodega Arriendo Copacabana 990 m ² Parque Industrial. Huella de 750m ²	\$17.820.000	https://bodegasmagno.com/bodega-arriendo-autopista-bello-hatillo-copacabana/2907286
5	Bodega Arriendo Girardota 1.415m ² , Huella de 1200m ²	\$18.000.000	https://bodegasmagno.com/bodega-arriendo-autopista-bello-hatillo-girardota/2530748
Costo Promedio Mensual		\$ 17.554.600	
Costo Promedio Anual		\$ 210.655.200	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.2 Adecuaciones locativas para la puesta en marcha del proyecto.

Con el fin de tener condiciones óptimas de producción se deben realizar las adecuaciones necesarias para garantizar las condiciones trabajo, incluyendo mobiliario de oficina y equipos de sistematización de datos.

Tabla 7. Adecuaciones locativas

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Adecuaciones Eléctricas	1	\$ 12.500.000	\$ 12.500.000
2	Adecuaciones Telemáticas	1	\$ 5.500.000	\$ 5.500.000
3	Cimentación Maquinarias	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
4	Adecuaciones de ventilación	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
5	Adecuaciones Ambientales	1	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
6	Equipos y mobiliario	1	\$ 17.000.000	\$ 17.000.000
7	Adecuaciones complementarias	1	\$ 6.500.000	\$ 6.500.000
			Total	\$61.000.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.3 Maquinarias, herramientas y equipo necesario para el proyecto

Para definir la maquinaria, herramientas y consumibles de producción, se debe describir la ficha técnica del producto o servicio,

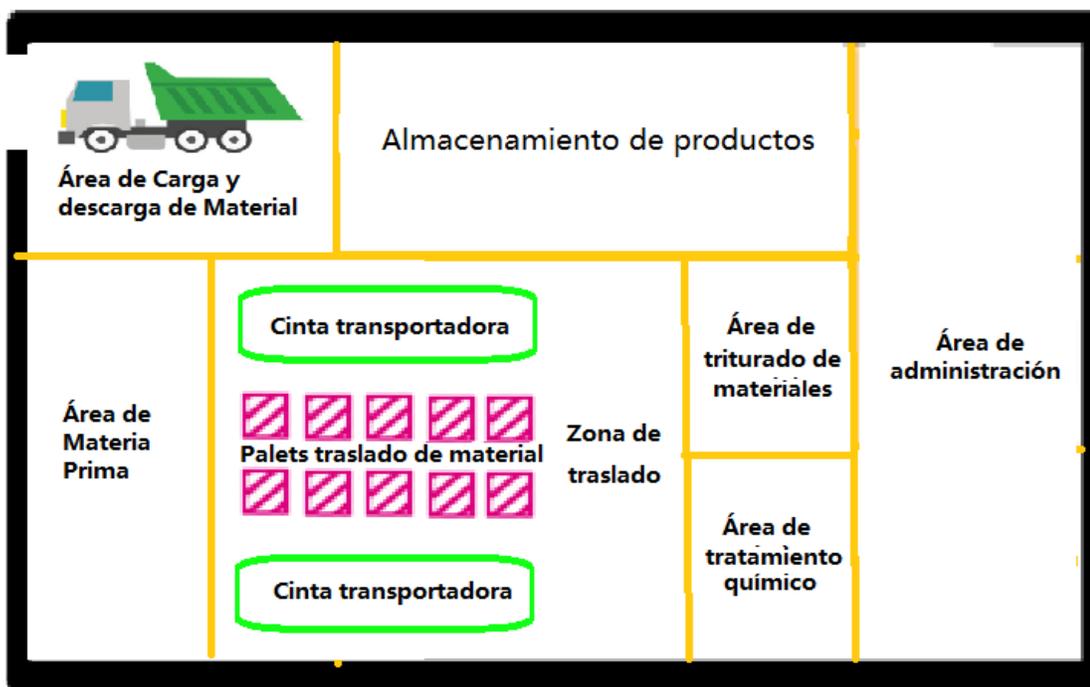
6.5.3.1 *Ficha Técnica del producto o servicio*

Para facilitar el proceso de reciclaje, se estructurará una línea de producción con los procesos críticos en paralelo, sabiendo que en las líneas (ya sean de fabricación o montaje), los tiempos de ciclo más corto favorecen el efecto aprendizaje de los equipos de trabajo al multiplicar el número de veces que se repite una misma tarea. Además, al reducir el tiempo de ciclo, la carga cognitiva de las operaciones (su dificultad) es menor, por lo que es más fácil

sustituir a un trabajador por otro y Las estaciones en paralelo son más flexibles (se pueden activar y desactivar), son más fáciles de coordinar y controlar (cada una es independiente y su productividad se puede comparar), son más fáciles de adaptar a cambios en el producto (basta con cambiar la estación en la que quiera ejecutar el producto) (García, 2020).

Para tal fin se realiza un esquema ilustrativo que permita dimensionar las líneas de producción, se debe tener en cuenta que para la adecuación de las instalaciones que tiene caracterizado una ingeniería de detalle y replanteo de la distribución de la planta.

Ilustración 9. Esquema de la distribución de física de la planta



Fuente: Elaboración propia (2021)

Para el almacenamiento de materia prima y el traslado de materiales se usarán Pallets plásticos con capacidad de montaje sobre ruedas (Enlightening Pallet Industry Co., Ltd., 2021)

para facilitar el traslado dentro de la cadena de producción minimizando los riesgos de accidentes del personal y enfermedades laborales por sobrecargas.

Ilustración 10. Pallet contenedor de almacenamiento con ruedas



Fuente: (Enlightening Pallet Industry Co., Ltd., 2021)

Igualmente este tipo de Pallet por su capacidad contener los fragmentos de vidrio en caso de tener algún accidente donde se fragmente el cristal de los paneles solares, evitando los residuos en el suelo o los riesgos por restos en los lugares de trabajo.

Estos equipos permiten ser apilados mediante el uso de montacargas y trasladados en vehículos de carga, de la misma manera que facilita mantener confinado los restos de materiales en el área de almacenamiento sin provocar derrames o pérdidas de materiales triturados. Pueden contener hasta 1000 Kg y ser apilado en 4 unidades, lo que facilita su almacenamiento. Se asignará un código de colores dependiendo del material que contengan.

Ilustración 11. Modelo de almacenamiento y transporte de los pallet de carga



Fuente: (Enlightening Pallet Industry Co., Ltd., 2021)

Para facilitar el desmantelamiento de los paneles solares se instalarán dos líneas de bandas de transporte controladas por los operadores para que los paneles en desmantelamiento pasen por cada estación especializada donde se retirarán cada uno de sus componentes y se dispondrán en los debidos contenedores, esta actividad facilitará el movimiento de los materiales y garantizará a los operadores posiciones ergonómicas de trabajo y evitará accidentes por sobreesfuerzo a los operarios al manejar los materiales (Verpacken, 2021).

Ilustración 12. Mesa con banda transportadora industrial



Fuente: (Verpacken, 2021).

Para facilitar el retiro de los vidrios o cristales, en los paneles de gran tamaño se usará una pluma o elevador con ventosa, esto garantiza el movimiento del cristal evitando la posibilidad de accidentes o roturas no planificadas de los elementos que causen problemas en la producción (Taiding Corp, 2021).

Ilustración 13. Elevador de vacío ventosas para grúas de elevación



Fuente: (Taiding Corp, 2021).

Para garantizar que los elementos, principalmente el aluminio, ocupen el menor volumen posible, deben ser reducidos o triturados para maximizar su almacenamiento buscar el punto

óptimo de transporte, para este fin se usará un triturador de múltiples materiales de 1000 kg/h que permita reducir el tamaño de las piezas (Nanjing Blma Machinery Co, Ltd, 2020)

Ilustración 14. Trituradora de acero y hierro de poliestireno, neumático pequeño de goma, trituradora de plástico



Fuente: (Nanjing Blma Machinery Co, Ltd, 2020)

Para facilitar la división de las células fotovoltaicas de los materiales como el silicio, plata y plomo, se requiere un tanque de lixiviación, esto garantiza retirar los materiales plásticos y resinas de las células y separar los materiales para facilitar la comercialización de los materiales (hcmachinery co. ltd, 2020).

Ilustración 15. Tanque de agitación de lixiviación



Fuente: (hcmachinery co. ltd, 2020).

Para facilitar el traslado, carga de vehículos y almacenamiento de los pallet, por su peso se requiere de apoyo mecánico, para este caso se usará un montacargas eléctrico de 1500 Kg teniendo en cuenta que será usado en espacio cerrado, además por la altura de apilamiento que no supera los 5 metros (Enlightening Pallet Industry Co., Ltd., 2021)

Ilustración 16. Safer-soporte eléctrico para carretilla elevadora apiladora de 1500kg



Fuente: (Enlightening Pallet Industry Co., Ltd., 2021)

De la misma manera se requiere de un vehículo de transporte y recolección de materiales, igualmente para facilitar la entrega directa de los materiales a los clientes, que permita eliminar la cadena de intermediarios y con esto maximizar el costo de venta, se define el uso de un vehículo de carga diésel con carrocería estacas, se define para el presente estudio un Chevrolet Isuzu NKR (Diesel andino, 2021)

Ilustración 17. Camión NKR de 3 toneladas

CAMIÓN NKR



Fuente: (Diesel andino, 2021)

Los componentes plásticos no recuperables y sin costo comercial, es el caso del Etil Vinil Acetileno (EVA) o capa encapsulante que corresponde al 5,1% de la composición de cada panel solar y el poliéster Tedlar (químicamente conocido como poli fluoruro de vinilo) que corresponde al 1.5% de los componentes de cada panel solar, por su origen común a partir del craqueo del petróleo, pueden ser recuperados o reutilizados a partir de un proceso de pirólisis del plástico que es un proceso térmico que permite transformar residuos plásticos en carburantes (Moreno & Sáenz, 2018), lo anterior abre la posibilidad de ser usados como aditivos carburantes para las plantas de soporte de energía, producción de energía eléctrica, alimentación de calderas o aditivo sustituto carburante de los vehículos de la empresa, aprovechando en gran porcentaje cada componente resultado del reciclaje de los paneles solares y abriendo posibilidad de la incursión de la empresa en procesos de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+I), de la misma manera que garantizaran un ahorro en el usos de carburantes .

Ilustración 18. Equipo compacto para pirolisis del plástico capacidad 100 Kg



Fuente: (Huayinenergy Co, 2021)

Dados los anteriores equipos relacionados se define el coste de la relación de maquinaria, herramienta y equipos:

Tabla 8. Relación de maquinaria, herramienta y equipos

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Mesas transportadoras de 5 metros para línea de producción centro de acopio (Suministro e instalación)	4	\$ 12.000.000	\$ 48.000.000
2	Trituradora, reducida y separadora de metales 2000 Kg/hora	1	\$ 74.000.000	\$ 74.000.000
3	Lixiviador para reducción de Semiconductores capacidad de 200 Kg	1	\$ 74.000.000	\$ 74.000.000
4	Palets de almacenamiento 1 (Tonelada)	20	\$ 2.000.000	\$ 40.000.000
5	Vehículo de transporte y recolección	1	\$ 130.000.000	\$ 130.000.000
6	Montacargas articulado (2 toneladas)	1	\$ 115.000.000	\$ 115.000.000
7	Herramienta menor	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000
			Total	\$ 516.000.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.4 Personal requerido para el proyecto.

Para realizar la producción mensual y la administración de la organización se debe contar con el siguiente personal, incluidas las prestaciones sociales, este costo se divide entre inversión inicial y costos de operación. En primer lugar se debe calcular los costos entre el registro de la

empresa y comienzo de la producción o la inversión inicial, esta etapa incluye el tiempo de conformación y registro, replanteo y definición de la localización, replanteo, definición y aprovisionamiento del equipamiento, adecuaciones de las instalaciones, licenciamiento, planes de seguridad y salud en el trabajo, pruebas de operación y puesta en explotación.

Tabla 9. Relación de personal requerido para la inversión inicial del proyecto

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario Mensual	Costo Total Mensual	Costo Total
1	Representante legal	1*4mes	\$ 7.650.000	\$ 7.650.000	\$ 30.600.000
2	Asistente administrativo: Para atender las actividades iniciales de la oficina y asistencia.	1*mes	\$ 1.836.000	\$ 1.836.000	\$ 7.344.000
3	Contabilidad y apoyo financiero	1*3mes	\$ 3.366.000	\$ 3.366.000	\$ 10.098.000
4	Representación Comercial	1*2mes	\$ 6.885.000	\$ 6.885.000	\$ 13.770.000
5	Personal técnico operativo	6*1mes	\$ 1.836.000	\$ 11.016.000	\$ 11.016.000
6	Director de producción	1*3mes	\$ 4.590.000	\$ 4.590.000	\$ 9.180.000
8	Seguridad y Salud en el trabajo	1*3mes	\$ 2.295.000	\$ 2.295.000	\$ 13.770.000
9	Conductor de Vehículo	2*1 mes	\$ 2.295.000	\$ 4.590.000	\$ 6.885.000
			Total	\$ 42.228.000	\$ 102.663.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

A partir del cálculo de la inversión inicial o tiempo 0, y una vez cumplida esta fase se debe calcular el costo del tiempo de producción.

Tabla 10. Relación de personal requerido para el proyecto

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario Mensual	Costo Total Mensual	Costo Total Anual
1	Representante legal	1	\$ 7.650.000	\$ 7.650.000	\$ 91.800.000
2	Asistente administrativo: Para atender las actividades iniciales de la oficina y asistencia.	1	\$ 1.836.000	\$ 1.836.000	\$ 22.032.000
3	Contabilidad y apoyo financiero	1	\$ 3.366.000	\$ 3.366.000	\$ 40.392.000
4	Representación Comercial	1	\$ 6.885.000	\$ 6.885.000	\$ 82.620.000
5	Personal técnico operativo	6	\$ 1.836.000	\$ 11.016.000	\$ 132.192.000
6	Director de producción	1	\$ 4.590.000	\$ 4.590.000	\$ 55.080.000
8	Seguridad y Salud en el trabajo	1	\$ 2.295.000	\$ 2.295.000	\$ 27.540.000
9	Conductor de Vehículo	2	\$ 2.295.000	\$ 4.590.000	\$ 55.080.000
			Total	\$ 42.228.000	\$ 506.736.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.5 Costos de operación.

Para el funcionamiento mensual se requiere de consumibles y suministros de uso común y especializado para la producción:

Tabla 11. Relación de costos de operación requerida para el proyecto

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario Mensual	Costo Total Mensual	Costo Total Anual
1	Consumibles de papelería	1	\$ 300.000	\$ 300.000	\$ 3.600.000
2	Movilizaciones y gastos menores	1	\$ 5.000.000	\$ 1.836.000	\$ 22.032.000
3	Publicidad y costos comerciales	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 36.000.000
4	Pólizas y seguros	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 24.000.000
5	Reactivos de lixiviación	1	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 42.000.000
6	Combustible y mantenimiento de vehículo	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
8	Consumibles de producción	1	\$ 5.000.000	\$ 4.590.000	\$ 55.080.000
			Total	\$ 20.226.000	\$ 242.712.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.6 Costos de servicios públicos.

Para el funcionamiento mensual se requiere del uso de servicios públicos para el trabajo administrativo y la para la producción:

Tabla 12. Relación de costos de servicios públicos para el proyecto

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario Mensual	Costo Total Mensual	Costo Total Anual
1	Energía	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	\$ 48.000.000
2	Agua	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 24.000.000
3	Gas Natural	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
4	Telecomunicaciones (red local +6 líneas de celular)	1	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 7.200.000
			Total	\$ 7.600.000	\$ 91.200.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.7 Costos de saneamiento ambiental.

Teniendo en cuenta el proceso de incluye el usos de agua y elementos químicos, se debe contar con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) industrial que permita mejorar el ciclo de usos de agua y cuidar el ambiente (Rodríguez, y otros, 2006), de la misma manera por la naturaleza del proyecto se considera el uso de energía renovable en la mayor cantidad del proceso.

Tabla 13. Relación de costos de saneamiento ambiental para el proyecto

ITEM	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) industrial	1	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000
2	Sistema de energía Fotovoltaica	1	\$ 67.360.000	\$ 67.360.000
	Total			\$112.360.000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

6.5.8 Definición de Costos de la inversión para el funcionamiento del proyecto.

Basado en los resultados de cada uno de los costos tenidos en cuenta en el análisis del mercado y el de costos se tiene la siguiente inversión para el proyecto:

Tabla 14. Relación de Costos de la inversión para el funcionamiento del proyecto

ITEM	Descripción	Costo Inicial	Costo Mensual	Costo Anual	Costo Total a 60 meses
1	Recurso Inmobiliario		\$ 17.554.600	\$ 210.655.200	\$ 1.053.276.000
2	Adecuaciones locativas	\$ 61.000.000			\$ 61.000.000
3	Maquinaria, herramienta y equipos	\$ 516.000.000			\$ 516.000.000
4	Personal requerido	\$ 102.663.000	\$ 42.228.000	\$ 506.736.000	\$ 2.636.343.000
5	Costos de operación		\$ 20.226.000	\$ 242.712.000	\$ 1.213.560.000
6	Servicios públicos		\$ 7.600.000	\$ 91.200.000	\$ 456.360.000
7	Saneamiento ambiental	\$ 112.360.000			\$ 112.360.000
	Total	\$ 792.023.000	\$ 87.608.600	\$ 1.051.303.200	\$ 7.262.459.000

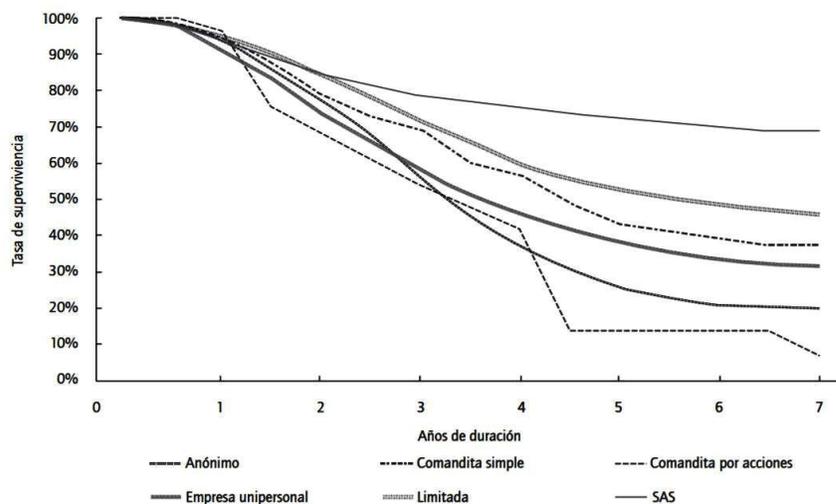
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de proveedores.

7 Estudio Económico y financiero.

Con el fin de revisar la viabilidad para la implementación de la organización la idea es siempre tener utilidades y una excelente rentabilidad, que garantice la permanencia y crecimiento de la empresa. Otro elemento de la fortaleza financiera de una empresa está constituido por su capacidad para generar un flujo de caja positivo, siendo la utilidad el resultado de la diferencia entre los costos y las ventas y la rentabilidad el interés que se genera sobre el patrimonio (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009).

De acuerdo a (Santana, 2017) las Sociedades Simplificadas por Acciones (SAS) dentro de su ciclo de vida alcanzan la estabilidad a partir del año 5, estabilizándose en un 70% la probabilidad de supervivencia, por lo anterior se calcula en 5 años (60 meses) el estudio económico y financiero de la organización.

Figura 10. Función de supervivencia de Kaplan y Meier (1958) para microempresas de Bogotá por tipo de sociedad.



Fuente: (Santana, 2017).

7.1 Tasa de Oportunidad del proyecto.

El costo de oportunidad es el valor de la siguiente mejor alternativa u opción. Este valor puede o no medirse en dinero, ya que, además de su traducción en dinero, existe una forma de cuantificarlo atendiendo a factores como el tiempo o la satisfacción. Para saber cómo calcular el costo de oportunidad en los negocios hay que tener en cuenta las oportunidades perdidas para producir bienes y servicios alternativos con estos recursos limitados dados (EAE Busnes School , 2021).

Dado lo anterior se realiza el cálculo de Tasa de Oportunidad Total del proyecto, basado en variables actualizadas en Colombia para el mes de Marzo de 2021, calculado a partir de la sumatoria de la tasa de oportunidad, la inflación, la tasa de rentabilidad esperada, la tasa de utilidad esperada y para este caso, por tener compras en el exterior y la posibilidad de exportar productos, la variación de la tasa representativa del mercado (TRM). Para este caso se calcula una TOT = 16.93%.

Tabla 15. Cálculo de la tasa de Oportunidad Total

	CONCEPTOS	TOTAL
A	TASA DE OPORTUNIDAD TOTAL	16,93%
	Tasa de Oportunidad: Para la decisión se revisa las siguientes opciones:	
	* DTF del Banco de la república (https://totoro.banrep.gov.co/estadisticas-economicas/faces/pages/charts/line.xhtml?facesRedirect=true) publicado el 12/03/2021 de 1,89% EA .	
1A	* El banco BBVA Colombia oferta un CDT con tasa de 2,73% EA y una retención del 4%. (https://www.bbva.com.co/content/dam/public-web/colombia/documents/personas/inversion/cdt/DO-03-CDT-tasas.pdf)	2,73%
	* El Banco AVVillas oferta un CDT con tasa de 2,55% EA y una retención del 4%. (https://www.avvillas.com.co/wps/portal/avvillas/banco/banca-personal/productos/ahorro-e-inversion/cdt-av-villas/)	
	*Bancolombia oferta un CDT con tasa 1,85% EA y una retención del 4%. (https://www.grupobancolombia.com/personas/productos-servicios/inversiones/cdts/fisicos)	
	Por lo anterior se elige la tasa de oportunidad del Banco BBVA	

CONCEPTOS		TOTAL
Para la inflación se revisa la inflación (https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/bie.pdf):		
*Inflación año 2015: 6,77%		
*Inflación año 2016: 5,75%		
*Inflación año 2017: 4,09%		
*Inflación año 2018: 3,18%		
*Inflación año 2019: 3,80%		
2A	*Inflación año 2020: 1,61%. Se calcula el promedio de los últimos 6 años (2015 al 2020), No se omite el año 2020 aunque es un año atípico con una inflación de 1,61% se proyecta que el 2021 tenga una cifra ≤ 3%, un 2,4% de acuerdo a la proyección de https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/proyecciones-economicas-colombia-2021-2025#:~:text=Inflaci%C3%B3n%20y%20tasas%20de%20inter%C3%A9s,3%25%20hacia%20finales%20de%202022.	4,20%
3A	Tasa Rentabilidad	3,00%
4A	Tasa Utilidad	3,00%
5A	Tasa Variación de la TRM proyectada para el 2021 (para la compra de equipos y exportaciones) (fuente: https://investigaciones.corficolombiana.com/macroeconomia-y-mercados/informe-anual/perspectivas-economicas-2021-con-la-economia-no-se-juega/informe_552444)	4,00%

Fuente: Elaboración propia

7.2 Presupuesto del proyecto

De acuerdo a la definición de la proyección a diez (10) años y la tasa de oportunidad, lo anterior teniendo en cuenta que la vida útil para renovación de tecnología está en este umbral, se debe realizar el presupuesto del proyecto, contrastando los datos obtenidos de los recursos o costos del proyecto y del análisis del estudio de mercado.

Tabla 16. Presupuesto del proyecto

Tasa de Oportunidad		16,93%																				
Precio de venta/Tonelada		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
\$	896.261	\$	896.261	\$	941.074	\$	988.128	\$	1.037.534	\$	1.089.411	\$	1.143.881	\$	1.201.075	\$	1.261.129	\$	1.324.186	\$	1.390.395	
Proyección de unidades (toneladas)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
			1000	1300	1800	2300	3500	3600	3700	3800	3900	4000										
Total	\$	896.261.000	\$	1.223.396.265	\$	1.778.629.955	\$	2.386.328.522	\$	3.812.937.965	\$	4.117.973.002	\$	4.443.979.198	\$	4.792.291.081	\$	5.164.324.205	\$	5.561.579.913		
Costos		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Adecuaciones locativas	\$	61.000.000																				
Maquinaria, herramienta y equipos	\$	516.000.000																				
Saneamiento Ambiental	\$	112.360.000																				
Personal requerido	\$	102.663.000	\$	506.736.000	\$	692.841.125	\$	810.139.128	\$	947.295.682	\$	1.107.672.841	\$	1.295.201.853	\$	1.514.479.527	\$	1.770.880.910	\$	2.070.691.048	\$	2.421.259.043
Costos de operación	\$	242.712.000	\$	331.851.013	\$	388.033.390	\$	453.727.443	\$	530.543.499	\$	620.364.513	\$	725.392.226	\$	848.201.129	\$	991.801.581	\$	1.159.713.588		
Compra de Material	\$	224.065.250	\$	305.849.066	\$	444.657.489	\$	596.582.131	\$	953.234.491	\$	1.029.493.251	\$	1.110.994.800	\$	1.198.072.770	\$	1.291.081.051	\$	1.390.394.978		
Servicios Públicos	\$	91.200.000	\$	124.694.339	\$	145.805.091	\$	170.489.893	\$	199.353.831	\$	233.104.435	\$	272.569.016	\$	318.714.950	\$	372.673.391	\$	435.766.996		
Total	\$	792.023.000	\$	1.064.713.250	\$	1.455.235.544	\$	1.788.635.097	\$	2.168.095.148	\$	2.790.804.663	\$	3.178.164.052	\$	3.623.435.568	\$	4.135.869.760	\$	4.726.247.072	\$	5.407.134.606

Fuente: Elaboración propia

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto (Mete, 2014). Para el presente proyecto se calcula una TIR de 3.60%.

Tabla 17. Tasa Interna de Retorno

Descripción	Cantidad	Unidad
Tasa de Oportunidad	16.93	%
VPN Ingresos	\$ 12.691.768.806	COP
VPN Egresos	\$ 12.249.729.830	COP
TIR	3.60	%

Fuente: Elaboración propia

7.3 Aspectos Administrativos y legales

Teniendo en cuenta la creación de la empresa se propone que su objeto social sea la figura de una Sociedad Simplificada por Acciones (SAS), lo anterior teniendo en cuenta las

ventajas y desventajas para la creación de la misma (Betancourt, Gómez, López, Pamplona, & Beltrán, 2013), se debe tener en cuenta que desde la entrada en vigencia de la legislación que facilita la creación de empresas SAS el 54% de las empresas creadas en Colombia han optado por esta figura (Misión Pyme, 2021) :

Ventajas:

- Inscripción de la sociedad con documento privado. Cualquier tipo de sociedad en Colombia, diferente a la SAS, se establece mediante escritura pública, que luego es registrada ante notaría, pero la SAS no necesita dar fe mediante ese documento si no posee bienes inmuebles.
- Carácter siempre comercial de la SAS. En la legislación colombiana hay empresas a las que se les aplica el derecho civil y a otras el derecho comercial, pues Colombia es un país en el que persiste una dicotomía en el derecho privado entre las normas de carácter civil y comercial, para algunos inexplicable y que presenta desafortunadas confusiones, este problema se soluciona en el artículo 3.º de la Ley 1258 de 2008 establece de modo definitivo que la sociedad por acciones simplificada es una sociedad de capitales cuya naturaleza será siempre comercial, independientemente de las actividades previstas en su objeto social (Congreso de la República, 2008).
- Eliminación del requisito que exige un mínimo de 2 personas para crear una sociedad. En Colombia, en los modelos societarios existentes antes de la creación de la SAS, una sola persona natural no podía constituirse en sociedad, perdiendo así todos los beneficios y la formalidad que conlleva para la realización de un

negocio estar constituida dentro de este marco legal. La sociedad anónima exige como mínimo 5 miembros, y la sociedad limitada o en comandita exige como mínimo 2.

Desventajas:

- La Sociedad por Acciones Simplificada no cotiza en bolsa La primera de las normas relevantes en este aspecto determina que las acciones y los demás valores que emita la SAS no podrán inscribirse en el Registro Nacional de Valores y Emisores, ni negociarse en bolsa.
- Fusiones y escisiones, la Ley 1258 de 2008 señala que las SAS, al igual que otras compañías, pueden acudir a mecanismos como la transformación, la fusión o la escisión. No obstante, la norma establece que para transformar una SAS en una compañía de otro tipo, o para transformar una de estas en una SAS, debe contar con el voto unánime de los socios.
- Restricción en la venta de acciones De acuerdo con lo establecido en el artículo 13 de la Ley 1258 de 2008, los fundadores de una SAS pueden establecer la prohibición de negociar las acciones emitidas por la sociedad o alguna de sus clases, hasta por un término de 10 años.

Al evaluar las ventajas y desventajas expuestas se define que la figura de una SAS es conveniente para la creación de la empresa.

7.4 Fuentes de financiación

Por la alta inversión requerida para la ejecución del proyecto, se debe aprovisionar los recursos conforme a los estímulos para la implementación de empresas cuyo objeto esté encaminado hacia el saneamiento ambiental, de esta manera se identifican las siguientes posibilidades de financiamiento y estímulos financieros para la implementación y puesta en marcha de la empresa:

7.4.1 Cooperación financiera no reembolsable.

Se identifica por medio de la Cámara de Comercio de Bogotá, una convocatoria de cooperación financiera no reembolsable, que facilitan el capital semilla para iniciativas sustentables y amigables con el medio ambiente, de acuerdo a (Cámara de Comercio de Bogotá, 2021):

- **Convocatoria de la misión ambiental de la Fundación Santo Domingo (Colombia):** La Misión Ambiental es una iniciativa de la Fundación Santo Domingo busca generar un impacto positivo en la conservación del patrimonio natural y en la calidad de vida de los colombianos, apoyando proyectos ambientales en tres ejes: Agua, Ecosistemas y Ciudades Sostenibles. Bienvenidos a Misión Ambiental, una plataforma en la cual organizaciones públicas, privadas, ONG y organizaciones de la sociedad civil pueden postular sus proyectos para acceder a los recursos, con beneficios de hasta \$750.000.000 (<https://bit.ly/2McxKw2>), Entidad cooperante es la Fundación Santo Domingo.

- **Desafío de innovación circular para ciudades:** para 2050, cerca del 70% de la población mundial vivirá en ciudades. Las ciudades emiten el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero y representan el 50% de la producción mundial de residuos. Pero estamos decididos a cambiar eso, porque amamos nuestras ciudades y nuestro planeta. La transición a una economía circular es clave para ayudar a las ciudades a alcanzar sus objetivos climáticos y un futuro sostenible en línea con el Acuerdo de París y los objetivos globales de la ONU (<https://www.circularinnovation.city/challenge>), beneficio conforme al proyecto presentado.

7.4.2 Cooperación financiera reembolsable.

La cooperación financiera reembolsable consiste convocatorias vigentes de entidades nacionales e internacionales públicas y privadas que otorgan créditos blandos y condiciones favorables para los proyectos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2021), dentro de esta posibilidad de financiamiento se destacan:

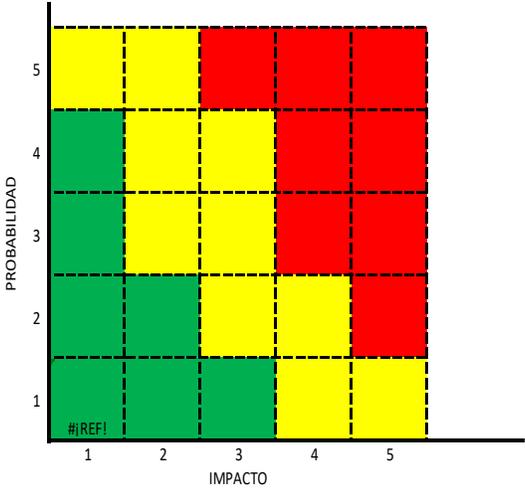
- **Fondo Común para los Productos Básicos:** el Fondo Común para los Productos Básicos (CFC) está buscando solicitudes para financiar proyectos a lo largo de las cadenas de valor de los productos básicos. CFC proporciona una gama de instrumentos financieros y técnicos para apoyar proyectos propuestos por pymes / empresas, cooperativas e instituciones a lo largo de toda la cadena de valor de los productos básicos en sus países miembros.

Propuestas de proyectos que incorporan soluciones innovadoras para el sector de los productos básicos (por ejemplo, nuevas aplicaciones agrícolas, prácticas de productividad innovadoras, tecnologías regenerativas, aumento de la disponibilidad de energía renovable y asequible, ampliación de los servicios ambientales, aceleración de la recuperación verde, aumento de la seguridad nutricional, prácticas respetuosas con el clima que contribuyen a la biodiversidad, salvar la deforestación, la digitalización, etc.). El apoyo se ofrece principalmente a través de préstamos para equipos, capital de trabajo o financiación comercial para invertir en productividad y mejoras en la cadena de valor. La CFC busca aplicaciones de proyectos que hayan alcanzado un estado de sostenibilidad económica, social y ambiental. Estas aplicaciones deben mostrar claramente la viabilidad operativa y financiera, con un historial probado. Entidad Cooperante Common Fund for Commodities, con beneficios en créditos blandos desde USD 300.000 hasta USD 2.000.000.

8 Riesgos del proyecto.

Se realiza el análisis de riesgos del proyecto frente a posibles aspectos que puedan causar imprevistos durante su vida útil, de esta manera se espera poder realizar su mitigación durante la ejecución del mismo planteando políticas gerenciales y organizacionales que garanticen una buena gestión de los mismos (Rudas, 2017) . A partir de la información se genera la matriz de riesgos del Anexo 1, donde cada riesgo se analiza conforme a la siguiente escala:

Ilustración 19. Cuadro de análisis de riesgos



Fuente: Elaboración propia

9 Conclusiones y recomendaciones.

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de mercado realizado se puede determinar que existe un potencial mercado que crece con la implementación de nuevas tecnologías de generación de energía, garantizando un mercado potencial en el reciclaje de paneles solares, teniendo en cuenta los aspectos ambientales y legales que obligan a incluir la recuperación de materiales dentro del ciclo de vida de los proyectos.
- De acuerdo al estudio del mercado y el análisis de los resultados se evidencia que el reciclaje de paneles solares es un negocio poco explorado en Colombia, que abre la perspectiva para la implementación de este tipo de soluciones acorde al crecimiento del mercado de tecnologías.
- De acuerdo a la información obtenida se determina una potencial ubicación para una planta a partir del estudio técnico que el lugar más indicado es en el Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia por el potencial del crecimiento de la industria de generación solar, la instalación de posibles compradores de los productos y las vías de comunicación para el traslado de los materiales que permitan el reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso.
- En Colombia a partir de la política de Economía Circular se están comenzando a fortalecer un marco legal, administrativo y normativo que facilita la creación de una empresa dedicada al reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso.
- El proyecto calculado con una vida de 10 años, presenta un beneficio financiero que facilita el establecimiento de la prefactibilidad de la creación de una empresa dedicada al

reciclaje y aprovechamiento de paneles solares en desuso, incluyendo la facilidad de acceso a fuentes de financiación no reembolsables, beneficios tributarios y acuerdos recíprocos con la fuente.

- Se recomienda evaluar el posible crecimiento de la planta conforme crece la necesidad del mercado, de la misma manera el aprovechamiento de las instalaciones para el tratamiento y reciclaje de otro tipo de materiales que tengan relación con la capacidad técnica instalada.
- Se recomienda revisar la viabilidad de la creación de la empresa en una Zona Económica y Social Especial (ZESE) aprovechando el régimen especial en materia tributaria que establece el artículo 268 de la Ley 1955 de 2019 (Mincomercio, 2021), por ejemplo Armenia, por su cercanía a la localización del presente estudio, la Guajira, por ser el lugar de Colombia con mayor perspectiva de crecimiento en energía solar o Norte de Santander, por contar con municipios cerca de la localización definida en el presente estudio.

Referencias

- Congreso de la República. (27 de Diciembre de 2002). Ley 788 de 2002. *Ley 788 de 2002*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Congreso de la República.
- Acoplásticos . (2020). *Encuesta mensual de precios del mercado de reciclaje en Colombia*. Bogotá: Acoplásticos ORG.
- Andesco. (22 de 03 de 2021). *Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones*. Obtenido de El reciclaje es clave para la Economía circular: <https://www.andesco.org.co/en/2020/02/10/el-reciclaje-es-clave-para-el-exito-de-la-economia-circular/#:~:text=Con%20el%20fin%20de%20aprovechar,la%20extracci%C3%B3n%20de%20nuevos%20recursos.>
- Arancibia, J. (2019). *Análisis de confiabilidad condicional y vida remanente esperada en paneles solares fotovoltaicos para la aplicación de modelo de mantenimiento basado en condición*. Santiago de Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Banco de la República de Colombia. (05 de 04 de 2021). *Tasa Representativa del Mercado (TRM - Peso por dólar)*. Obtenido de Banco de la República de Colombia: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- Barahona, L. (2012). *Plan de negocio para la creación de una empresa de manejo integral de residuos sólidos*. Bogotá: EAN.
- Barbosa, L. (2018). *Estudio de prefactibilidad para crear una microempresa dedicada a la compra y venta de reciclaje en el municipio de San Juan de Rioseco de Cundinamarca Colombia*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Bernal, O. (2014). *Análisis de pre inversión para la importación y distribución de aluminio primario y secundario*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Bernal, S. (2017). *Inteligencia de Mercados*. Bogotá: Fondo editorial Areandino.
- Betancourt, J., Gómez, G., López, M., Pamplona, F., & Beltrán, C. (2013). Ventajas y desventajas de la Sociedad por Acciones Simplificada para la empresa familiar en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 213-221.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2008). *¿Cómo hacer un estudio de mercados para la creación y el desarrollo inicial*ghhjkjhh. Bogotá: Legis S.A.

- Cámara de Comercio de Bogotá. (2009). *Cómo definir los costos de tu empresa*. Bogotá: Editorial Kimpes Ltda.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (5 de 04 de 2021). *Cámara de Comercio de Bogotá*. Obtenido de Convocatorias de cooperación nacional e internacional para emprendedores y empresas: <https://www.ccb.org.co/La-Camara-CCB/Acceso-a-Cooperacion-y-Mercados-Internacionales/Convocatorias-de-cooperacion-nacional-e-internacional-para-emprendedores-y-empresas>
- Cámara de Comercio de Medellín. (2019). *Perfiles Socioeconómicos de las Subregiones de Antioquia*. Medellín: Caámra de Comercio de Medellín.
- Carro, R., & González, D. (2012). *Administración de las Operaciones, Localización de Instalaciones*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Castillo, Y., Castrillón, M., Vanegas, M., Valencia, G., & Villacaña, E. (2015). Rol de las fuentes no convencionales de energía en el sector eléctrico Colombiano. *Prospectiva Vol. 13*, 39-51.
- Congreso de la República. (18 de Julio de 1997). Ley 388 de 1997. *Ley 388 de 1997*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Congreso de la República.
- Congreso de la República. (1994). *Ley 143 de 1994*. Bogotá: Diario Oficial Congreso de la República.
- Congreso de La República. (3 de Octubre de 2001). Ley 697 de 2001. *Ley 697 de 2001*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República. (2008). *Ley 1258 de 2008* . Bogotá: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República. (2013). *Ley 1672 del 19 mde Julio 2013*. Bogotá: Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República. (13 de Mayo de 2014). Ley 1715 - 13 de Mayo de 2014. *Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Congreso de la República de Colombia.
- CONPES. (13 de Septiembre de 2019). *Documentop Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) 3969*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co>: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3969.pdf>
- DANE. (2020). *Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales - Residuos Sólidos 2017 - 2018*. Bpgptá: Departamento Administrativo Nacionalm de Estadísticas.

- DANE. (2020). *Economía Circular, primer reporte 2020*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Depetris, L., Ferreyra, D., & Britch, J. (2020). Estimación de la reducción de la huella de carbono provocada por la instalación de paneles solares fotovoltaicos en UTN facultad regional de San Francisco. *SeCy Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020*.
- Diesel andino. (28 de 03 de 2021). *Chevrolet Isuzu*. Obtenido de CAMIÓN NKR DE 3 TONELADAS: <https://www.dieselandino.com/camiones-chevrolet/camion-nkr-de-3-toneladas/>
- DNP Colombia. (2019). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- EAE Busnes School . (28 de 03 de 2021). *El blog de restos para ser directivo*. Obtenido de EAE Busnes School : <https://retos-directivos.eae.es/como-calculas-el-costo-de-oportunidad/>
- Enlightening Pallet Industry Co., Ltd. (28 de 03 de 2021). *Alibabá.com*. Obtenido de Safer-soporte eléctrico para carretilla elevadora, 1000kg, 1500kg, 2000kg, walkie-reach, apilador, con controlador: https://spanish.alibaba.com/product-detail/safer-1000kg-1500kg-2000kg-electric-stand-and-walkie-reach-forklift-stacker-with-curtis-controller-1600212871396.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.4fef5b3bsu1IkN&s=p
- Enlightening Pallet Industry Co., Ltd. (28 de 03 de 2021). *Made In China*. Obtenido de Enlightenment Pallet Industry Co., Ltd.: https://es.made-in-china.com/co_cnplasticpallet/product_Heavy-Duty-Plastic-Pallet-Boxes-Can-with-Wheel-and-Lid_eueyirny.html
- Fernández, A. (2019). *Instalación de una fábrica de perfiles en la ciudad e Puno, usando como materia prima aluminio reciclado*. Puno: UNA-PUNO.
- García, J. (2020). Líneas de Producción. Nota técnica. *Rogle UPV*, 1-28.
- Gobierno de Colombia DNP. (25 de Mayo de 2019). *Ley 1955-Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación (DNP): <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Bases-del-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- Gómez, F. (07 de 11 de 2020). *Colombia alcanzará las 2.500 megas de capacidad en energías renovables no convencionales*. Obtenido de Valora Analitik:

<https://www.valoraanalitik.com/2020/11/07/colombia-alcanzara-las-2-500-megas-de-capacidad-en-energias-renovables-no-convencionales/>

- Gómez, J., Murcia, J. D., & Cabeza, I. (2017). *La energía solar fotovoltaica en Colombia: Potenciales, antecedentes y perspectiva*. Bogotá: Universidad Santo tomás.
- Guzman , D. (26 de 10 de 2020). Economía Circular, un reto. *Diario la República Digital*. Obtenido de Diario Digital la República: <https://www.larepublica.co/analisis/diego-guzman-3079413/economia-circular-un-reto-3079411>
- hcmachinery co. ltd. (28 de 03 de 2020). *Gongyi Hengchang Metallurgical Building Material Equipments Plant*. Obtenido de Tanque de agitación de lixiviación: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/highly-efficient-gold-cip-plant-leaching-agitation-tank-minerals-cyanide-leaching-tank-for-cil-plant-530609496.html?spm=a2700.8699010.29.191.400516572J0QIf>
- Hernández, R., Easter, S., Murphy, M., Mestre, F., Tavassoli, M., Allen, E., . . . Allen, M. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29, 766 - 799.
- Huayinenergy Co. (28 de 03 de 2021). */xxhuayin en alibaba*. Obtenido de Huayinenergy.com: https://xxhuayin.en.alibaba.com/es_ES/?spm=a2700.details.cordpanyb.2.312554ecakxar9
- Huitron, G., Molina, H. D., Islas, A., & Qu, Z. (2017). Proceso no automatizado de fabricación de paneles fotovoltaicos: el primer paso hacia la automatización de la industria fotovoltaica den México. *Semilleros, Año 4-Volumen IV*, 5-21.
- IDEAM. (2018). *Atlas Climatológico, radiación y viento*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Impressum. (28 de 03 de 2021). *Stalista* . Obtenido de Evolución anual del precio medio del silicio en los Estados Unidos desde 2014 : <https://es.statista.com/estadisticas/601154/precio-medio-del-silicio-estados-unidos/>
- Macrometales S.A. (17 de 03 de 2021). *Macrometales S.A*. Obtenido de Macrometales S.A: <https://macrometales.com/>
- Mete, M. (2014). VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSION. *Fides et Ratio*, 67-85.
- MinAmbiente. (2003). *Decreto Número 1505 del 06 de Junio de 2003*. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente y desarrollo territorial.

- MinAmbiente. (2010). *Decreto 2820 del 05 de agosto de 2010*. Bogotá: Ministerio de Medio ambiente y desarrollo territorial.
- MinAmbiente. (12 de 03 de 2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia*. Obtenido de www.minambiente.gov.co:
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4225-colombia-le-apuesta-a-las-9r-en-economia-circular#:~:text=Colombia%20es%20pionera%20en%20la,fortalecer%20su%20modelo%20de%20desarrollo.&text=Las%20bases%20de%20la%20Econom%C3%ADa,%20Dprop%20C%20Reci>
- Minambiente. (23 de 03 de 2021). *Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible de la República de Colombia*. Obtenido de MinAmbiente :
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=301:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-29>
- Mincomercio. (2021). *Abecé de las Zonas Económicas y Sociales Especiales (ZESE)*. Bogotá: Mincomercio.
- Ministerio de Minas y Energía. (23 de Marzo de 2018). Decreto N° 570 del 23 de Marzo de 2018. *Decreto único reglamentario del sector administrativo de Minas y Energía*. Bogotá, Bogotá, Colombia : Ministerio de Minas y Energía.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (24 de Diciembre de 2018). Decreto 2412 de 2018. *Decreto 2412 de 2018*. Bogotá, Bogotá, Colombia : Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- Misión Crecimiento Verde. (2017). *Energy Supply Situation in Colombia*. Bogotá: DNP - Enersinc.
- Misión Pyme. (31 de 03 de 2021). *Misión Pyme*. Obtenido de ¿Por qué una SAS?:
<https://www.misionpyme.com/home/negocios/5226-y-por-que-una-sas>
- Moreno , A., & Sáenz, P. (2018). *Evaluación de la obtención de diesel a nivel de laboratorio mediante pirólisis a partir de residuos plásticos provenientes del procesos de empaquetado en la empresa Atlantic FS S.A.S*. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Nanjing Blma Machinery Co, Ltd. (28 de 03 de 2020). *Alibaba.com*. Obtenido de Trituradora de acero y hierro de poliestireno, neumático pequeño de goma, trituradora de plástico:
https://spanish.alibaba.com/product-detail/styrofoam-iron-steel-crusher-rubber-scraps-small-tire-plastic-shredder-machine-prices-62091638813.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.38e027a86MNhe0&s=p

- Ñustes, W., & Rivera, S. (2017). Colombia: Territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica. *Ingeniería, investigación y desarrollo*, Vol. 17, 37-48.
- Owens Illinois. (15 de 03 de 2021). *www.o-i.com*. Obtenido de Owens Illinois: <https://www.oal.com.co/empresas/o-i-peldar>
- PARATEC. (30 de 01 de 2021). *Parámetros Técnicos del SIN*. Obtenido de Sistema de Información de parámetros técnico de elementos del sector técnico Colombiano (PARATEC): <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>
- PARATEC. (30 de 01 de 2021). *Parámetros Técnicos del sistema Interconectado Nacional*. Obtenido de PARATEC: <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/Default.aspx>
- Presidencia de la República. (19 de Diciembre de 2003). DECRETO 3683 DE 2003. *DECRETO 3683 DE 2003*. Bogotá, Bogotá, Colombia : PResidencia de la República.
- República de Colombia . (7 de Julio de 1991). Consitución Política de Colombia. *Consitución Política de Colombia*. Bogotá , Bopgotá, Colombia: República de Colombia .
- Rodríguez, A., Letón, P., Rosal, R., Dorado, M., Villar, S., & Sanz, J. (2006). *Tratamientos Avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid: Elecé Industria Gráfica.
- Romero, J. P. (2019). *Análisis del ciclo de vida y económico aplicado a la reutilización y reciclaje de paneles solares fotovoltaicos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Romero, J. P. (2019). *Análisis del cliclo de vida y económico aplicadoa la reutilización y reciclaje de paneles soalres fotovoltaicos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Rudas, L. (2017). *Modelos de riesgos para proyectos de desarrollo tecnológicos*. Santiago que Queretaro: CIATEQ.
- Sandoval, V. (2019). *Proyecto de evaluación téncio y económica de la implementación de un proceso de reciclaje de paneles fotovoltaicos en desuso o falla*. Santiago de Chile: Universidad Técnica Federico Santa María .
- Santana, L. (2017). Determinantes de la superviviencia de microempresas en en Bogotá: un análisis con modelos de duración. *Revista Innovar Journal Vol 27*, 51-61.
- Semear. (23 de 03 de 2021). *Paso cierto*. Obtenido de Plataforma para la inclusión de recicladores de América Latina y el Caribe: <http://www.pasocierto.com.br/esp/paso3.html>

- Sereno, E. (29 de 03 de 2011). *Energía renovable y también reciclable*. Obtenido de Heraldo: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2011/03/29/energia-renovable-tambien-reciclable-133328-310.html>
- Serrano, M., Perez, D., Galvis, J., Rodríguez, M., & Correa, S. (2017). Análisis prospectivo del uso de energía solar: Caso Colombia. *Investigación y Ciencia de la Universidad de aguas Calientes N° 71*, 85-93.
- Taiding Corp. (28 de 03 de 2021). *Made in China*. Obtenido de Elevador de vacío ventosas para grúas de elevación: https://es.made-in-china.com/co_metaltech259/product_Suction-Cup-Vacuum-Lifter-for-Sheet-Metal-Swing-Arm-Lift-Crane_reisehshg.html
- Tecnoglass. (2018). *Informe de Sostenibilidad 2017*. Barranquilla: Tecnoglass.
- Torres, S., Jurado, F., Granados, D., & Lozano, A. (2018). Eficiencia en paneles solares. *Revista del diseño Innovativo Vol. 2*, 9-21.
- UPME. (2017). *Plan de expansión de referencia generación - transmisión 2017-2031*. Bogotá: UPME.
- UPME. (2020). *Plan Energético Nacional 2020-2050*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- UPME. (28 de 02 de 2021). *REGISTRO DE PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA*. Obtenido de REGISTRO DE PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: <https://www1.upme.gov.co/Paginas/Registro.aspx>
- UPME. (24 de 03 de 2021). *Sistema Nacional de Energía Eléctrica 2019*. Obtenido de Visor general del Sistema Nacional de Energía Eléctrica: <http://sig.simec.gov.co/GeoPortal/Mapas/Mapas>
- Valderrama, M., Ocampo, P. C., García, H., & Rodríguez, L. (2018). La gestión para cadena de suministro de sistemas de energía solar fotovoltaica en Colombia y su situación actual. *Avances: Investigación en ingeniería -ISSN Vol. 15*, 112-130.
- Van Hoof, B. (2005). *Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental de las pymes en Colombia y promover su oferta en materia de bienes y servicios ambientales*. Santiago de Chile: CEPAL - Naciones Unidas.
- Velásco, Á., & Salazar, Ó. (2019). *Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en Colombia*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Verpacken. (28 de 03 de 2021). *Verpacken Colombia Tecnología en Maquinaria*. Obtenido de Equipos motorizados: <https://verpacken.com.co/marca-verpacken/cintas-transportadoras-industriales/>

Vidrio Perfil. (15 de 03 de 2021). *Vidrioperfil.com*. Obtenido de Vidrioperfil:

<https://www.vidrioperfil.com/la/vidrio-plano-colombia/vidrio-plano-colombia/colombia-vidrierias-y-fabricantes-de-vidrio/2400>

Vita, L. (19 de 02 de 2020). *Para 2022, 12% de toda la energía generada será de fuentes no convencionales*. Obtenido de La República .com:

<https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/para-el-ano-2022-el-12-de-la-energia-generada-sera-de-fuentes-no-convencionales-2966295>

Anexos

Anexo 1. Matriz de riesgos del proyecto

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
1	De creación	Objeto de la empresa	Limitación en campo de acción	Error al formular el objeto de la empresa	La empresa no puede desarrollar negocios por limitaciones en su objeto social	1	4	4	Contratar con una muy buena asesoría legal para la constitución de la empresa
2		Licencias	No contar con las licencias a nivel de operación y ambientales para operar	Error al plantear el plan ambiental y realizar los trámites de licenciamiento	La empresa no puede realizar su actividad comercial	2	5	10	Contratar la asesoría especializada para la gestión de licencias a nivel ambiental.
3		Construcción	No completar la planta de producción	No conseguir la maquinaria o tener demoras en su implementación	La empresa no puede comenzar a operar en el tiempo esperado	3	4	12	Desarrollar un buen plan de compra, transporte y nacionalización de la maquinaria garantizando el flujo de repuestos.
4		Localización	La planta se ubica lejos de la fuente de residuos y/o lejos de los receptores	La mala planificación de la localización.	Sobrecostos en el traslado de la materia prima o del recurso final.	1	4	4	Realizar el estudio de geolocalización teniendo en cuenta la fuente de los residuos y los

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
N°	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
			del material procesado						posibles compradores, evaluando los costos de transporte de materias primas y productos, minimizando los sobrecostos por acarreos.
5		Estructura de la Sociedad	Perder el control de las acciones	La mala estructuración de los estatutos y limitación de las acciones.	Perder el control de la empresa	2	3	6	Contratar con una muy buena asesoría legal para la constitución de la empresa, limitando las capacidades de los socios y el representante legal garantizando una estabilidad a la sociedad.
6	Operacional	Falta de materia prima	No poder realizar la producción propuesta	Mala planificación en la estrategia comercial	Baja en la producción	3	4	12	Realizar un estudio claro de oferta y demanda, además de un seguimiento a la vida útil de cada uno de los grandes posibles productores de residuos

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
									para gestionar de manera adecuada la adquisición de materias primas.
7		Falta de insumos para los procesos	No conseguir realizar los procesos adecuados para la separación de materiales	Limitación en la compra de compra de insumos, principalmente químicos por restricción en su compra y comercialización por las entidades de control	No lograr los productos finales con la pureza para la venta a costos adecuados de los productos.	3	4	12	Realizar la capacitación del personal y mantenimiento adecuado de la maquinaria para garantizar la maximización de la separación y recuperación de materiales.
		Accidentes laborales	Accidentes o incidentes de trabajadores y colaboradores en su jornada laboral	Mal plana de SG-SST	Procesos de responsabilidad Civil, pago de altas indemnizaciones y/o cierre	1	5	5	Realizar una buena gestión y capacitación el personal en SG-SST minimizando el riesgo de ocurrencia de accidentes con corresponsabilidad e la empresa, pagar adecuadamente los compromisos de seguridad social de los colaboradores además de contar con

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
									pólizas de todo riesgo, que cubran integralmente cualquier accidente.
8		Falta de capacitación del personal	No conseguir realizar los productos con la calidad requerida	Mal proceso de reclutamiento y formación del personal operativo	Los productos no logran la calidad esperada y su costo de venta no es el esperado	1	4	4	Realizar los debidos planes de capacitación y buenos procesos de recursos humanos para garantizar la idoneidad del personal contratado.
11	Financiero y fiscal	Evasión de impuestos	Problemas fiscales y de evasión de impuestos	Malas prácticas en la liquidación de impuestos y el aprovechamiento de los beneficios fiscales para las empresas de reciclaje de materiales.	Problemas financieros graves y responsabilidad fiscal con el Estado	2	5	10	Realizar los controles fiscales pertinentes y contar con la asesoría jurídica para acogerse a los beneficios fiscales del Estado
12		Variación de precios y TRM	Pérdida del poder adquisitivo	Volatilidad de la TRM y aumento en la oferta de los productos por otros procesos de reciclaje o productos sustitutos.	Menor rentabilidad en la relación costos y ventas	1	4	4	Calcular y controlar las variaciones de la TRM mediante la provisión de costos y el análisis de

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
									mercados. Usando los modelos y proyecciones adecuados, teniendo en cuenta que los productos se tasán con relación a la TRM.
16		Contaminación	Ser foco de contaminación ambiental a causa de fallas dentro de los procesos	Mala planificación e procesos y mala capacitación del personal operativo	Multas ambientales y pérdida de productividad	2	5	10	Mantener los controles y seguimiento de toda la cadena de producción para garantizar el mínimo impacto ambiental durante todos los procesos.
17	Ambiental	Renovación de licencias ambientales	no poder renovar las licencias ambientales dentro de la periodicidad de su cobertura	Mala planificación y problemas de contaminación a nivel operaciones	Cierre de operaciones por un periodo o definitivo.	2	5	10	Contar con la asesoría adecuada para controlar el tiempo de ejecución y renovación de cada uno de los procesos y licencias de las requeridas para funcionamiento.

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
21	Legal	Receptación de Material	Participar directa o indirectamente en la receptación de materiales origen de ilícitos	No tener control y conocimiento sobre la fuente del material a procesar.	Problemas judiciales y penales	3	5	15	Mantener el control de las fuentes de las materias primas con el fin de evitar la participación en procesos de reducción ilegal de materiales de origen en delitos. Contar con la asesoría adecuada para la suscripción de contratos y responsabilidades con los proveedores de materiales.
22		Lavado de Activos	Uso del objeto social de la organización para el blanqueo de capitales al no existir un control real y tangible por parte de las entidades de control sobre los inventarios.	El mal uso del objeto social de la empresa para cometer delito relacionado con el blanqueo de capitales ilícitos por parte de los empleados o socios de la organización a causa de un mal control de los inventarios de compra de materias primas y producción.	Problemas judiciales y penales	2	5	10	Mantener un control adecuado de materias primas y producción con el fin de evitar el manejo inadecuado del objeto social de la empresa.

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
23		Tráfico de insumos	Uso del objeto social o las licencias de compra para realizar el tráfico de sustancias y reactivos químicos para el procesamiento de estupefacientes, explotación ilegal de minerales o producción de material de guerra	El mal uso de permisos y licencias para la compra y uso de insumos químicos, sumado al mal control sobre los inventarios y producción	Problemas judiciales y penales	2	5	10	Mantener el control adecuado sobre los insumos para la producción garantizando el acceso a las entidades de control sobre el mismo, de la misma manera tener una métrica adecuada sobre el porcentaje de participación e estas sustancias en la producción y el debido almacenamiento para evitar hurtos.
21	Ambientales y locativos	Eventos Geológicos	Daño en la planta de producción y accidentes en las instalaciones.	Sismos y movimientos telúricos	Daños en la planta de producción y accidentes del personal de producción	1	3	3	Contar con las pólizas de seguro adecuadas y conocer elegir instalaciones con certificaciones antisísmicas, de la misma manera contar con planes para estos eventos y el personal

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS			TRATAMIENTO
Nº	Tipo de Riesgo	DESCRIPCIÓN	EVENTO ADVERSO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	IMPACTO	EVALUACIÓN	DECISIÓN
									capacitado.
22		Incendios y conflagraciones	Daño en la planta de producción y accidentes en las instalaciones.	Malos procesos, acumulación de gases, mal almacenamiento de materiales o malas instalaciones eléctricas y de gas.	Daños en la planta de producción y accidentes del personal de producción	1	4	4	Contar con las pólizas de seguro adecuadas, contar con el equipamiento adecuado para la extinción de incendios, contar con planes para estos eventos y le personal capacitado.
23		Condiciones meteorológicas	Daños en la planta de producción y accidentes en las instalaciones	Malos procesos de mantenimiento en las instalaciones y situaciones meteorológicas no controlables	Daños en la planta de producción y accidentes del personal de producción	1	3	3	Contar con las pólizas de seguro adecuadas y realizar mantenimiento o locativo adecuado.