

Estudio de viabilidad y factibilidad económica....

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL SISTEMA
PRODUCTIVO AGROPECUARIO EL BOHÍO, DE LA VEREDA LOS ALPES, DEL
MUNICIPIO DE MESETAS – META, COLOMBIA

JENNY ASTRID ATEHORTUA MURILLO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO
2018

Estudio de viabilidad y factibilidad económica....

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE ENERGÍA RENOVABLE EN EL SISTEMA
PRODUCTIVO AGROPECUARIO EL BOHIO, DE LA VEREDA LOS ALPES, DEL
MUNICIPIO DE MESETAS – META, COLOMBIA

JENNY ASTRID ATEHORTUA MURILLO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar
El título de Administradora de empresas Agropecuarias

Director:

MARIO FERNANDO PRIETO DELGADILLO

Maestría en Administración de Empresas

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
ADMINISTRACION DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO

2018

Autoridades Académicas

P. JUAN UBALDO LÓPEZ SALAMANCA, O.P.

Rector General

P. MAURICIO ANTONIO CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. JOSÉ ARTURO RESTREPO RESTREPO, O.P

Rector Sede Villavicencio

P. FERNANDO CAJICÁ GAMBOA, O.P

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

JULIETH ANDREA SIERRA TOBON

Secretaria de División Sede Villavicencio

MIGUEL ANDRÉS RIVEROS ROMERO

Decano Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias

Nota De Aceptación

MIGUEL ANDRÉS RIVEROS ROMERO

Decano De la Facultad

MARIO FERNANDO PRIETO DELGADILLO

Director de trabajo de Grado

ZULEIMA ROCÍO MOLANO QUIJANO

Firma del Jurado

JOYCE SMITH ROJAS ALONSO

Firma del Jurado

Agradecimientos

El principal agradecimiento es a Dios por que con su amor y enseñanzas todo ha sido posible.

A mi esposo, el amor de mi vida agradezco por toda su dedicación, esfuerzo, tiempo, paciencia y sobre todo enseñanza en este proceso que estoy terminando por que sin ello no hubiera sido posible, cada paso dado en compañía de mi esposo y de mi hijo han sido más fáciles porque ellos son la gran razón de poder terminar con grandes méritos este ciclo tan importante en mi vida.

Tabla de Contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
1. Título del Trabajo	14
2. Definición del Problema	15
3. Justificación.....	16
4. Objetivos.....	17
4.1. Objetivo General	17
4.2. Objetivos Específicos.....	17
5. Marco Referencial.....	18
5.1. Marco Teórico.....	18
5.1.1. Sistema productivo agropecuario	18
5.1.2. Estudio de viabilidad.....	19
5.1.3. Viabilidad y factibilidad	19
5.1.4. Propuesta económica.....	19
5.1.5. Fuentes Energéticas.....	20
5.1.6. Paneles solares.....	20
5.1.7. Energías renovables	21
5.2. Marco Legal.....	21
5.3. Marco Conceptual.....	23
6. Diseño Principal del Sistema Fotovoltaico.....	25
6.1. Estimación de Cargas	25

Estudio de viabilidad y factibilidad económica....

6.2. Diseño Conceptual.....	31
6.3. Estimación de Costos	33
7. Diseño Alternativo del Sistema Fotovoltaico	36
7.1. Estimación de Costos	36
8. Análisis Económico.....	38
8.1. Análisis del Diseño Principal	39
8.2. Análisis del Diseño Alternativo	42
9. Análisis de Resultados.....	47
Conclusiones.....	49
Referencias bibliográficas.....	51

Lista de Tablas

Tabla 1. Consumo estimado casa	26
Tabla 2. Consumo estimado ganadería	29
Tabla 3. Consumo estimado porcicultura	29
Tabla 4. Consumo estimado avicultura.....	30
Tabla 5. Consumo estimado pisciculturas	30
Tabla 6. Estimado de costos de la casa (Diseño principal)	33
Tabla 7. Estimado de costos ganadero (Diseño principal)	33
Tabla 8. Estimado de costos de porcicultura (Diseño principal).....	34
Tabla 9. Estimado de costos avicultura (Diseño principal).....	34
Tabla 10. Estimado costos piscicultura (Diseño principal)	35
Tabla 11. Estimado de costos totales por sección (Diseño principal).....	35
Tabla 12. Estimado de costos alternativos ganadero (Diseño alternativo)	36
Tabla 13. Estimado de costos alternativos de piscicultura (Diseño alternativo)	37
Tabla 14. Estimado de costos totales por sección (Diseño alternativo)	37
Tabla 15. Tarifas de energía estrato 3.	39
Tabla 16. Estimación de cargas conectadas al diseño principal.....	40
Tabla 17. Estimación de costo por año de energía tradicional para el diseño principal	40
Tabla 18. Proyección del costo total de energía tradicional para el diseño principal.....	41
Tabla 19. Comparativo de costos de energías para el diseño principal.....	42
Tabla 20. Estimación de cargas conectadas al diseño alternativo	42
Tabla 21. Estimación de costo por año de energía tradicional para las cargas conectadas al diseño alternativo.....	43
Tabla 22. Proyección de costo total de energía tradicional para las cargas conectadas al diseño alternativo.....	43
Tabla 23. Estimación de cargas no conectadas al diseño alternativo	44
Tabla 24. Estimación de costo por año de energía tradicional para las cargas no conectadas al diseño alternativo.....	45

Estudio de viabilidad y factibilidad económica....

Tabla 25. Proyección de costo total de energía tradicional para las cargas no conectadas al diseño alternativo	45
Tabla 26. Comparativo de costos de energías para el diseño alternativo	46
Tabla 27. Comparativo de consumos anuales entre diseños	47
Tabla 28. Comparativo de costos totales para la implementación de los diseños	47
Tabla 29. Comparativo de costos totales de energía tradicional entre diseños	48
Tabla 30. Comparativo de costos de energías por cada diseño.....	48

Lista de Figuras

Figura 1. Diseño del sistema fotovoltaico, Adaptado de (TMS, 2017).....	25
Figura 2. Ficha técnica del bombillo, Adaptado de (Homecenter, 2018).....	26
Figura 3. Ficha técnica del televisor, Adaptado (Homecenter, 2018).....	27
Figura 4. Ficha técnica de la nevera, Adaptado de (Homecenter, 2018).....	27
Figura 5. Ficha técnica del impulsor, Adaptado de (Homecenter, 2018).....	27
Figura 6. Ficha técnica del computador, Adaptado de (Homecenter, 2018).....	27
Figura 7. Ficha técnica de la lavadora, Adaptado por (Homecenter, 2018)	28
Figura 8. Ficha técnica de la plancha, Adaptado de (Homecenter, 2018)	28
Figura 9. Ficha técnica de la licuadora, Adaptado de (Homecenter, 2018).....	28
Figura 10. Ficha técnica de máquina de ordeño, Adaptado de (libre, 2018)	29
Figura 11. Ficha técnica de bombillos normales, Adaptado de (Homecenter, 2018).....	30
Figura 12. Ficha técnica de bomba eléctrica, Adaptado de (libre, 2018)	31
Figura 13. Características de los elementos básicos de un sistema fotovoltaico, Adaptado de (Educación, 2010).....	31
Figura 14. Convenciones mapa Colombia de radiación solar , Adaptado de (IDEAM- Instituto de hidrología, 2014)	32
Figura 15. Mapa Colombia de radiación solar , Adaptado de (IDEAM- Instituto de hidrología, 2014).....	32
Figura 16. Tarifas de energía enero 2018, Adaptado de (Meta, 2017)	38

Resumen

El presente trabajo de investigación consiste en realizar un estudio de viabilidad y factibilidad económica para la implementación de un proyecto de energía renovable en el sistema productivo agropecuario EL BOHIO, de la vereda los Alpes, del municipio de Mesetas – Meta, Colombia. Este estudio se hace con el fin de poder minimizar los costos de producción e infraestructura, además de implementar este tipo de sistemas sostenibles en el territorio nacional y así estar a la vanguardia mundial de estas tecnologías.

Con el ánimo de evaluar comparativamente los costos de energía tradicional y los costos de una instalación de paneles solares, se proyecta la utilidad del sistema a un periodo específico, para finalmente hacer un presupuesto de implementación de dicha energía alternativa, y contar con valores, características y razones que permitan tomar decisiones que garanticen una rentabilidad económica para el sistema productivo.

Con los resultados obtenidos de los estudios se estima demostrar cuál de las fuentes de energía es más viable y factible para su implementación en el sistema productivo, y presentar una propuesta económica que genere una rentabilidad óptima para la producción evaluando su impacto ambiental, social y económico.

Palabras claves: Viabilidad, factibilidad, sistema productivo, económica, energías renovables, tradicionales.

Abstract

The present research work consists in to make a viability and economic feasibility study for the implementation of a solar energy project in the agricultural productive system El BOHIO, in the Vereda Los Alpes, from the municipality of Mesas – Meta, Colombia. This study is done in order to minimize the costs of production and infrastructure, in addition to implementing this type of sustainable systems in the national territory and to be at the forefront of these technologies worldwide.

For comparatively evaluating the costs of traditional energy and the costs of a solar panel installation, the utility of the system is projected to a specific period, to finally make a budget of implementation of this energy alternative, and have values, characteristics and reasons to make decisions that guarantee an economic profitability for the farm.

With the results obtained from the studies is possible to demonstrate which of the sources of energy is more viable and feasible for its implementation in the productive system, and to present an economic proposal that generates an optimal profitability for the production evaluating its environmental, social and economic impact.

Introducción

Mediante una investigación acerca del funcionamiento de los sistemas de paneles solares, su diseño, instalación y materiales, se realiza un estudio de viabilidad y factibilidad económica para la implementación de este sistema en el sistema productivo el Bohío, de la vereda los Alpes, del municipio de Mesetas-Meta, Colombia con proyectos agropecuarios, en la cual el uso de energía eléctrica es fundamental para la producción de esta. Posteriormente, se evalúa comparativamente los costos de energía tradicional y los costos de una instalación de paneles solares, proyectando su utilidad a un periodo específico, para finalmente hacer un presupuesto de implementación de dicha energía alternativa, y contar con valores, características y razones que permitan tomar decisiones que garanticen una rentabilidad económica para el sistema productivo.

Con los resultados obtenidos de los estudios se estima demostrar cuál de las fuentes de energía es más viable y factible para su implementación en el sistema productivo, presentar además una propuesta económica que genere una rentabilidad óptima para la producción y evaluar su impacto en la comunidad con miras a un posicionamiento sostenible.

1. Título del Trabajo

Estudio de viabilidad y factibilidad económica para la implementación de un proyecto de energía renovable en el sistema productivo agropecuario el Bohío, de la vereda los Alpes, del municipio de Mesetas – Meta, Colombia.

2. Definición del Problema

Colombia es un país dotado de diversas fuentes de energía. Es un país exportador neto de energía, donde se exporta petróleo, carbón y electricidad. La mayor parte de la generación eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) se deriva de la hidroelectricidad (80%) y el restante 20%, prácticamente de centrales térmicas, con una participación pequeña de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCHs), cogeneración en la agroindustria y un parque eólico. Es claro que, en términos de generación eléctrica, Colombia es un país verde, solamente superado en la participación de la energía renovable por algunos países del continente como Brasil y Costa Rica. (Vanegas & Barrera, 2016)

El potencial de recursos de Fuentes de Energía Renovable (FER) es elevado. El país dispone de recursos en prácticamente todas las fuentes renovables (solar, eólica, biomasa, pequeñas centrales, geotermia, etc.) y con potenciales elevados. Sin embargo, el desarrollo de estas fuentes es limitado en el país. Entre las principales barreras que hasta ahora limitan su desarrollo no solamente se tiene el elevado costo inicial de las nuevas Tecnologías de Energía Renovable (TER) sino barreras de diversa índole derivadas de un marco legal y regulatorio para la generación de energía eléctrica con FER muy poco desarrollado, la fuerte competencia de tecnologías convencionales muy bien establecidas en el SIN, la falta de conocimiento sobre estas fuentes, una inadecuada evaluación y limitada información sobre el potencial de estos recursos de FER, entre otros.

Con el propósito de implementar este tipo de sistemas sostenibles en el territorio nacional y así estar a la vanguardia mundial de estas tecnologías, se hace necesario realizar un estudio de viabilidad y factibilidad económica de un sistema de energía solar alternativa, con el fin de responder el siguiente interrogante: ¿Es posible implementar un proyecto sostenible de un sistema de energía fotovoltaica en el sistema productivo el Bohío, de la vereda los Alpes, del Municipio de Mesetas-Meta, Colombia con proyectos agropecuarios?

3. Justificación

La realización de un estudio de viabilidad y factibilidad surge por la necesidad de evaluar posibles inversiones para la optimización de los costos de producción. Este análisis económico se basa en comparar el uso de la energía tradicional con la instalación de un proyecto de energía solar, para finalmente revisar la proyección de la inversión y su rentabilidad en el tiempo.

El sistema productivo agropecuario está ubicado en un sector que no cuenta con la prestación de energía eléctrica de manera confiable, y en ella se desarrollan proyectos de ganadería lechera, porcicultura, avicultura, piscicultura y ovicultura; cuyo proceso de producción requiere el servicio de energía eléctrica. Por lo anterior, este estudio tiene el objeto de identificar alternativas para la disminución de los costos de producción e infraestructura, ya que el servicio de energías tradicionales incrementa sus costos de manera constante por diferentes factores como el ambiental, el social y/o el político.

Evaluar las alternativas de generación solar, se considera de alta pertinencia debido a los grandes avances que han tenido estas tecnologías en los últimos años (que han permitido obtener resultados altamente eficientes a costos asequibles), ya que su aplicación en Colombia sigue siendo muy limitada. Por otro lado, la alternativa hidroeléctrica ha sido altamente implementada en el País, no siempre obteniendo los mejores resultados; además, la variabilidad en el recurso hídrico debido al cambio climático y fenómenos como el niño y la niña hace que constantemente estén cambiando las condiciones para su aplicabilidad, y que esta alternativa no sea siempre la más óptima. Por lo tanto, los avances tecnológicos y las altas variaciones climáticas hacen que la alternativa solar sea cada vez más viable.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Realizar el estudio de viabilidad y factibilidad económica para la implementación de un sistema de energía renovable en el sistema productivo agropecuario el Bohío, de la vereda los Alpes, del municipio de Mesetas – Meta, Colombia.

4.2. Objetivos Específicos

- 1) Diseñar una propuesta para la implementación de un proyecto de energía solar en un sistema productivo agropecuario.
- 2) Realizar el estudio y el análisis comparativo entre el sistema de energía renovable vs. el sistema de energía tradicional.
- 3) Evaluar social, ambiental y económicamente la viabilidad y factibilidad de la propuesta y sus posibles alternativas.

5. Marco Referencial

5.1. Marco Teórico

5.1.1. Sistema productivo agropecuario

Se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios (Jouve, 1988). Estos sistemas, complejos y dinámicos, están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y programas, por lo que facilitan la evaluación ex ante de inversiones y políticas concernientes con la población rural. (Avalos & Frenoso, 2006)

Cada finca cuenta con características específicas que se derivan de la diversidad existente en cuanto a la dotación de recursos y a las circunstancias familiares. Por sistema de finca se entiende el conjunto del hogar agropecuario, sus recursos y los flujos e interacciones que se dan al nivel de finca. Un sistema agropecuario, por su parte, se define como el conglomerado de sistemas de fincas individuales que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones de la familia agropecuaria similares; y para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares.

- Sistemas de producción agropecuaria con riego, que incluyen una producción muy diversa de cultivos alimenticios y comerciales.
- Sistemas de producción agropecuaria basados en el cultivo de arroz de tierras húmedas, que dependen de las lluvias estacionales y que se complementan con riego.
- Sistemas de producción agropecuaria de secano en áreas húmedas, que se caracterizan por la presencia de cultivos específicos predominantes o sistemas mixtos de cultivo-ganadería.
- Sistemas de producción agropecuaria de secano en áreas escarpadas y tierras altas, que por lo general son sistemas mixtos cultivo-ganadería.
- Sistemas de producción agropecuaria de secano en áreas secas y frías con escaso potencial, presentan sistemas mixtos cultivo-ganadería y pastoreo que se transforman a sistemas con escasa productividad o potencial deficiente debido a su extrema aridez o a las condiciones climáticas muy frías.

- Sistemas de producción agropecuaria dual (mixto de plantaciones comerciales y pequeños productores), se presentan en una variedad de áreas ecológicas y presentan patrones de producción muy diversos.
- Sistemas de producción agropecuaria de pesca costera artesanal que muchas veces incorporan una mezcla de elementos agropecuarios.
- Sistemas de producción agropecuaria basados en áreas urbanas, que típicamente se enfocan en la producción hortícola y ganadera. (Dixon, Gulliver, & Gibbon, 2001)

5.1.2. Estudio de viabilidad

El estudio de viabilidad de un proyecto es un elemento inherente a todos ellos. Analizar la viabilidad de un proyecto es más importante que planificar y para poder concluirlo resulta imprescindible llevar a cabo una investigación completa, que conduzca al conocimiento de si realmente el proyecto aportará los beneficios que se esperan de él.

5.1.3. Viabilidad y factibilidad

Todo proyecto viable es factible, pero no todo proyecto factible es viable. Un proyecto factible es aquel que es posible de realizar, entre tanto un proyecto viable, es aquel que puede ser sostenible y rentable económicamente. (Gerencie.com, 2017)

5.1.4. Propuesta económica

Cada vez que los aparatos productivos desean introducir un nuevo producto o servicio al mercado, solucionar un problema en la producción, mejorar los sistemas de comercialización o ampliar su capacidad de producción, las ciencias económicas presentan una gran variedad de métodos muy precisos de evaluación económica de proyectos, que permiten determinar cuáles son sus costes directos e indirectos, a la vez que aproximarse, de una forma relativamente exacta, a los posibles beneficios, tanto directos como indirectos, que se generarán en un determinado plazo, los riesgos que conllevará su implementación y, en última instancia, si es rentable o no. (Novales, 2004)

5.1.5. Fuentes Energéticas

Nuestras fuentes energéticas principales (combustibles fósiles) y sus tecnologías representan por sus características técnicas y la magnitud del consumo una gran amenaza para la salud, el bienestar económico y la estabilidad ambiental. Sus efectos colaterales, tanto en la producción como en el uso, producen la liberación de gases de efecto invernadero y tóxicos involucrados en múltiples procesos contaminantes. Estas emisiones gaseosas provenientes de la combustión de combustibles fósiles representan 27% de los gases de efecto invernadero. Las otras dos fuentes, que en importancia le siguen, también poseen impactos ambientales, al menos, controvertidos: la energía hidroeléctrica en cuanto a la problemática de los grandes embalses y la energía nuclear en lo que respecta a la peligrosidad de accidentes (ej.: accidente de Chernobyl, Ucrania), y al problema que representa el destino final de los residuos nucleares, que son altamente radiactivos y tóxicos y que aún no está resuelto.

Estos viejos modelos energéticos (combustibles fósiles) eran medianamente aptos cuando el “mundo era más chico” (menor población mundial, menor consumo); el mundo de hoy necesita nuevas estrategias energéticas, energías más “limpias”, más eficientes y más diversas. Estas nuevas formas están incluidas en las llamadas energías alternativas (Vanegas & Barrera, 2016):

- Energía Solar: aprovechable en su forma térmica (calor) y fotovoltaica (electricidad).
- Energía Eólica: aprovechable transformándola en energía eléctrica y /o mecánica.
- Energía Geotérmica: aprovechable en forma térmica, eléctrica y mecánica.
- Energía de Biomasa: generando adecuadamente “biogás”.
- Energía de Mareas: aplicada a generadores eléctricos.
- Energía Hidráulica a partir de sistemas hidroeléctricos en pequeña y mediana escala excluyendo las grandes represas.

5.1.6. Paneles solares

Los paneles solares son dispositivos tecnológicos que pueden aprovechar la energía solar convirtiéndola en energía utilizable por los seres humanos para calentar el agua sanitaria o para producir electricidad. El término panel solar abarca los diferentes tipos de dispositivos que, a pesar

de compartir la similitud y el uso de la **energía solar como fuente de energía**, se hacen con tecnologías diferentes. Tipos de paneles solares (Murillo, 2011):

- Paneles solares fotovoltaicos.
- Paneles solares o colectores térmicos.
- Paneles solares termodinámicos.
- Paneles solares autoinstalables.

5.1.7. Energías renovables

Las energías renovables son recursos abundantes y limpios que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones dañinas para el medio ambiente como las emisiones de CO₂, algo que sí ocurre con las energías no renovables como son los combustibles fósiles. Una de sus principales desventajas, es que la producción de algunas energías renovables es intermitente ya que depende de las condiciones climatológicas, como ocurre, por ejemplo, con la energía eólica. Con todo, el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) apunta que, por su carácter autóctono, este tipo de energías "verdes" contribuyen a disminuir la dependencia de nuestro país de los suministros externos, aminoran el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la creación de empleo. (Twenergy.com, 2012)

5.2. Marco Legal

- Ley 143 de 1994: La ley se relaciona con el Uso Racional y Eficiente de la Energía, donde el país establece el ahorro de energía, así como su conservación y uso eficiente, como uno de los objetivos prioritarios en el desarrollo de las actividades del sector eléctrico.
- Ley 164 de 1994: Mediante la Ley 164 de 1994, el Congreso de la República de Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992 y por lo tanto, de conformidad con el artículo 1° de la Ley 7 de 1944, dicha Convención obliga al país a partir de la fecha, en que perfeccione el vínculo internacional respecto de la misma. La CMNUCC establece la importancia de desarrollar una política de alcance global para enfrentar los retos relacionados a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

- Ley 629 de 2000: Mediante esta Ley se aprobó el "Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", protocolo hecho en Kioto, Japón, el 11 de diciembre de 1997. El protocolo de Kioto fue aceptado el 30 de noviembre del 2001 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005.
- Ley 697 de 2001: La Ley 697 de octubre de 2001 es la pieza fundamental del marco legal y regulatorio de la Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), cobijando a las energías alternativas.
- Ley 788 de 2002: El Decreto 3683 se limita a señalar que el Ministerio de Minas y Energía (MME), la Comisión de Regulación de la Energía y Gas (CREG) y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), en coordinación con las entidades públicas pertinentes, deben identificar e implementar los modelos y fuentes de financiación para la gestión y ejecución del PROURE.
- Decreto 3683 de 2003: El Decreto 3683 de diciembre de 2003 reglamenta la Ley 697/2001 y crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía (CIURE).
- Decreto 139 de 2005: En enero de 2005, mediante el Decreto 139, se modificó parcialmente el Decreto 3683/03 y en junio de 2006, mediante la Resolución 18 0609 se definieron los Subprogramas que hacían parte del PROURE y se adoptaron otras disposiciones. (Vanegas & Barrera, 2016)
- Ley 1715 del 2014: La finalidad de la presente ley es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente de aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional. Igualmente, tiene por objeto establecer líneas de acción para el cumplimiento de compromisos asumidos por Colombia en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como aquellos adquiridos a través de la aprobación del estatuto de la Agenda Internacional de Energías Renovables (Irena) mediante la Ley 1665 de 2013. (Colombia, 2014)

5.3. Marco Conceptual

El sistema productivo agropecuario está ubicado en el Bohío, en la vereda los Alpes del municipio de Mesetas-Meta, Colombia. Algunas características por destacar de la zona es que La agricultura que se explota en el municipio es de tipo tradicional; los principales cultivos son: maíz, café, cacao, plátano, la caña, frutales y cítricos. La actividad ganadera es la que más ingresos le genera al productor con un aporte del 74.1 %. La explotación bovina se realiza de manera extensiva y empleando generalmente razas productoras de carne dentro de las que se destacan Cebú y San Martinero. En la región además de estos ingresos por venta directa del ganado y la leche, algunos productores perciben otros ingresos dentro de la línea pecuaria como los provenientes de la venta de pasto y el arrendamiento de potreros. (Mesetas, 2016)

El 99,46% de la superficie del municipio se encuentra inmerso en áreas ambientales protegidas; solo 0,54 % que corresponde a 10,7 km² no está incluida. Pertenece al Parque Nacional Natural Sierra de La Macarena un total de 793.188 Km²; que equivale al 40,06% y el 16% corresponde a DMI Macarena Norte y DMI Ariari-Guayabero con un área de 859.32 correspondiente al 43,4%. El Municipio de Mesetas posee una oferta hídrica importante gracias a los diversos ríos y caños, se extiende sobre la vertiente de la Orinoquia y la Amazonia generando cuerpos de agua subterráneos que alimentan a la totalidad de las fuentes hídricas superficiales. Los ríos que bañan a este territorio son: Güejar, Lucía, Cafre, Duda, Guape, Papamene y Santo Domingo. (Mesetas, 2016)

En el sistema productivo que se plantea el estudio, se hacen trabajos en los cuales se utiliza la energía eléctrica; en el proceso de la lechería, con el ordeño mecánico, la fabricación de queso, la refrigeración para poder conservar los productos; en la zona de avicultura, se utiliza la electricidad para poder dar calor a los pollitos los primeros 20 días, en la zona de porcicultura se le pone calor los primeros 15 días, si es necesario; en la zona de piscicultura los lagos de pescado requieren el funcionamiento de la motobomba; también en el sistema productivo se utiliza algunos equipos agropecuarios que funcionan con electricidad, además del suministro básico para la vivienda.

El agotamiento de las fuentes tradicionales de energía (combustibles fósiles) ha puesto a la mayoría de los países del mundo a encontrar soluciones en energías alternativas. Colombia tiene un gran potencial en la generación de este tipo de energías por su posición geográfica y ya está

trabajando en ello. Las energías alternativas o renovables son las que se aprovechan directamente de recursos considerados inagotables como el sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación o el calor interior de la tierra. Por eso el Gobierno Nacional en los últimos años ha invertido en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía, que funcionen con recursos renovables, para solucionar el problema de la crisis energética mundial y contribuir a un medio ambiente más limpio. Según La Unidad de Planeación Nacional Minero Energética (UPME), las energías renovables cubren actualmente cerca del 20% del consumo mundial de electricidad (portafolio.com, 2014), estas energías alternativas provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales del planeta, haciendo posible que se disponga del recurso de manera permanente.

6. Diseño Principal del Sistema Fotovoltaico

El diseño principal del sistema fotovoltaico se basa en brindar una alternativa sostenible con el propósito de implementar este tipo de sistemas en el territorio nacional y así estar a la vanguardia mundial de estas tecnologías.

Particularmente este diseño plantea el uso de este sistema como fuente de energía eléctrica en el sistema productivo, con una autonomía de 3 días, reduciendo al mínimo el consumo de energía eléctrica tradicional. En la siguiente figura se representan los elementos básicos para un sistema fotovoltaico.



Figura 1. Diseño del sistema fotovoltaico, Adaptado de (TMS, 2017)

6.1. Estimación de Cargas

En las siguientes tablas se presentan el estimado de los consumos eléctricos de la finca, por cada sección productiva, esta información es de vital importancia para el diseño del sistema fotovoltaico, dado que dimensiona el sistema y determina su aplicación final.

Tabla 1. Consumo estimado casa

CARGAS ESTIMADAS CASA					
PRODUCTO	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (h)	CONSUMO (W/q)	CONSUMO (Wh/d)
Bombillo	15	10	3	150	450
Televisor	50	2	3	100	300
Nevera	48	1	24	48	1152
Impulsor	18	1	20	18	360
Computador	65	1	2	65	130
Lavadora	430	1	1	430	430
Plancha	1100	1	0,25	275	275
Licuadaora	600	1	0,25	150	150
Auxiliares	200	4	0,25	200	200
			Total (Wh/día)	1436	3447

Nota: Cargas estimadas de los consumos (W) de la sección de la casa, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

La información de los consumos eléctricos de la casa está basada en las fichas técnicas de cada producto, relacionadas a continuación.

Uso	Interior
Vida Útil	3.000 horas
Color de la luz	Blanca
Servicio disponible en	Bogotá, Cali, Palmira, Bucaramanga, Cúcuta, Barranquilla, Valledupar, Medellín, Cartagena, Ibagué, Villavicencio y santa marta.
Potencia	15 vatios
Color	Blanco
Beneficios	Los bombillos ahorradores generan la misma calidad de luz que los tradicionales, pero requieren aproximadamente 80% menos energía para producirla. Los más recientes pierden en forma de calor una cuarta parte de la energía eléctrica que dispersan los bombillos tradicionales. Las lamparas compactas fluorescentes tienen una duración promedio de 8.000 horas, mientras que las lamparas incandescentes en general no superan las 1.000 horas de vida útil. el ahorro de dinero anual es de cerca del 400%. Reemplazar un bombillo antiguo por uno ahorrador reduce la emisión anual de gases de invernadero, alrededor de media tonelada a lo largo de su vida útil.

Figura 2. Ficha técnica del bombillo, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Alimentación	100-240 VAC (50/60Hz)
Potencia Stand by	0,5 W
Potencia de consumo	50 W
CCD	Si
Aspecto de pantalla	16:09
Back Light	DLED

Figura 3. Ficha técnica del televisor, Adaptado (*Homecenter, 2018*)

Capacidad Freezer	89 Lt
Dispensador	Si
Ice Maker	Ice Maker Twist, llena las cubetas y con un giro obtienes hielo
Rango por altura	De 170.1 a 180 cm
Descongelamiento	Si
Rango de ancho	De 65.1 a 70 cm
Recomendaciones	Existen ciertos factores que te ayudaran a decidir cuál nevera comprar. Considera si vives en casa o apartamento, si vives solo o tienes familia, esto último te ayudara a decidir la capacidad y el tamaño. Recuerda que una nevera más grande de lo necesario desperdicia energía y espacio e tu hogar. el espacio disponible en tu cocina también es determinante, para ello te sugerimos medir el lugar y restarle 10 cm para circulación de aire (especialmente por detrás de la nevera) y compara estas medidas con las de la nevera (con las puertas abiertas). no olvides considerar las medidas de los pasillos, ascensores y puertas por donde deberás ingresar la nevera.
Consumo	417.6 kWh/año
Refrigerante	R600A

Figura 4. Ficha técnica de la nevera, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Voltaje de entrada	80 a 125 Voltios
Potencia	18 Watts de consumo
Corriente	800 mA
Pulso de salida	15.000 Kv
Frecuencia	50 a 60 Hz
Energía	6,2 Joule Aprox

Figura 5. Ficha técnica del impulsor, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Garantía	3 años
Consumo	Menos de 0,3 W
Alto	395 mm
Uso	Monitor
Ancho	508 mm
Color	Negro
Peso	2,8 kg

Figura 6. Ficha técnica del computador, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Alto	98.5 Centímetros
Ancho	60 centímetros
Color	Gris
Peso	47 kg
Panel	Digital
Tipo	Carga superior automática
Características	Capacidad de carga 12 kilogramos, color plata, tapa con cristal templado. Entrada de agua fría y caliente en la parte posterior, 8 niveles de agua, 6 programas de lavado inteligentes. Favorito, fuerte, cobija, delicado, lanas, programa inteligente, de lavado, opción de lavado variable, panel digital impermeable, dispensador de detergente, blanqueador y suavizante, indicador de nivelación, bloqueo para niños, tanque de acero inoxidable.
Potencia	430 W

Figura 7. Ficha técnica de la lavadora, Adaptado por (*Homecenter, 2018*)

Garantía	2 años
Consumo	120 voltios
Modelo	IRBD 100
Luz encendido	Si
Alto	14 cm
Ancho	12,98 cm
Potencia	1100 w
Color	Azul

Figura 8. Ficha técnica de la plancha, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Alto	33
Panel de control	Manual
Uso	Domestico
Ancho	23.6
Color	Gris
Tipo	Licadoras
Medidas	3,6
Características	potente motor de 600 watts, control giratorio de 2 velocidades, jarra plástica con capacidad de 5 tasas, exclusivo sistema de acople metal contra metal.

Figura 9. Ficha técnica de la licuadora, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Tabla 2. Consumo estimado ganadería

CARGAS ESTIMADAS GANADERIA					
PRODUCTO	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (h)	CONSUMO (W/q)	CONSUMO (Wh/d)
Auxiliares	200	2	0,25	400	100
Ordeño M.	550	1	3	550	1650
			Total (Wh/día)	950	1750

Nota: Cargas estimadas de los consumos (W) de la sección de ganadería, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

La información de los consumos eléctricos de la sección de ganadería está basada en las fichas técnicas de cada producto, relacionadas a continuación.

Potencia instalada	0,55 Kw
Voltaje	110 v / 60 Hz
Cubo de ordeño	25 L
velocidad del motor	1440 rpm/ min
tiempo de pulsación	64/ min
Material de cubo	Acero inoxidable 304
Capacidad de trabajo	10-12 vacas / hora

Figura 10. Ficha técnica de máquina de ordeño, Adaptado de (libre, 2018)

Tabla 3. Consumo estimado porcicultura

CARGAS ESTIMADAS PORCICULTURA					
PRODUCTO	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (h)	CONSUMO (W/q)	CONSUMO (Wh/d)
Bombillo	75	5	8	375	3000
Auxiliares	200	2	0,25	400	100
			Total (Wh/día)	775	3100

Nota: Cargas estimadas de los consumos (W) de la sección de porcicultura, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

La información de los consumos eléctricos de la sección de porcicultura está basada en las fichas técnicas de cada producto, relacionadas a continuación.



Figura 11. Ficha técnica de bombillos normales, Adaptado de (*Homecenter, 2018*)

Tabla 4. Consumo estimado avicultura

CARGAS ESTIMADAS AVICULTURA					
PRODUCTO	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (h)	CONSUMO (W/q)	CONSUMO (Wh/d)
Bombillo	75	5	8	375	3000
Auxiliares	200	2	0,25	400	100
			Total (Wh/día)	775	3100

Nota: Cargas estimadas de los consumos (W) de la sección de avicultura, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

La información de los consumos eléctricos de la sección de avicultura está basada en las fichas técnicas de cada producto, relacionadas a continuación.

Tabla 5. Consumo estimado pisciculturas

CARGAS ESTIMADAS PISCICULTURA					
PRODUCTO	CONSUMO (W)	CANTIDAD	CONSUMO (h)	CONSUMO (W/q)	CONSUMO (Wh/d)
Auxiliares	200	2	0,25	400	100
Bomba pozo	375	1	4	375	1500
			Total (Wh/día)	775	1600

Nota: Cargas estimadas de los consumos (W) de la sección de piscicultura, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

La información de los consumos eléctricos de la sección de piscicultura está basada en las fichas técnicas de cada producto, relacionadas a continuación.

Marca	TOOLCRAFT
Modelo	TC 2666
Frecuencia de voltaje	120 V - 60 Hz
R/min	3450
Potencia	1/2 HP
Profundidad máxima	8 m
Altura máxima	30 m
flujo máximo	40 l / min
Peso	4.22 kg

Figura 12. Ficha técnica de bomba eléctrica, Adaptado de (libre, 2018)

6.2. Diseño Conceptual

El objetivo de este diseño conceptual es obtener un estimado de costos para efectuar posteriormente un análisis económico de la propuesta. Para realizar el diseño del sistema fotovoltaico, es indispensable contar con la información de la radiación solar incidente en la región donde se desarrollará el proyecto, para el caso particular se estudiará el municipio de Mesetas, en el departamento del Meta. Ver figuras 15 y 16.

Después de tener los datos de radiación, el lugar y las cargas estimadas, se procede a realizar el diseño del sistema fotovoltaico por cada sección productiva de la finca, para lo cual requerimos los elementos básicos del sistema como: a) paneles solares, b) baterías, c) regulador, y d) inversor.

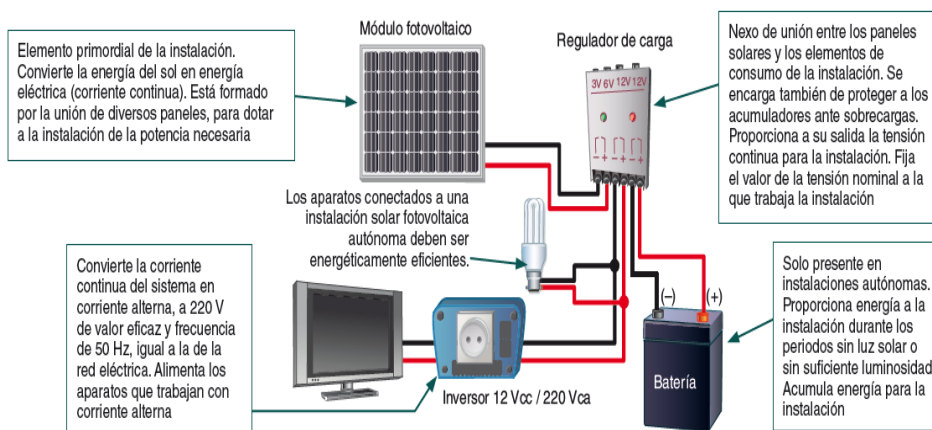


Figura 13. Características de los elementos básicos de un sistema fotovoltaico, Adaptado de (Ministerio de Educación, 2010)

La proyección de los sistemas para su validación económica se debe basar en la vida útil de sus elementos más sensibles, que para este tipo de diseños lo constituyen los paneles solares y las baterías.

De acuerdo con (Grupo NAP, 2002) la eficiencia optima de los paneles solares oscila entre 20 y 25 años, dependiendo este tiempo de su buena operación, instalación y mantenimiento, como también de las especificaciones técnicas del proveedor.

Caso similar ocurre con las baterías, las cuales requieren un mantenimiento preventivo y una buena operación de las mismas, así como el acompañamiento permanente de un controlador si se quiere alcanzar una vida útil de 10 a 12 años. (Abella, 2005)

Por otra parte, los demás elementos como el regulador de carga, el controlador, los cables y accesorios de la instalación fotovoltaica; también requieren de una correcta operación y un mantenimiento preventivo y periódico de al menos 2 veces en el año.

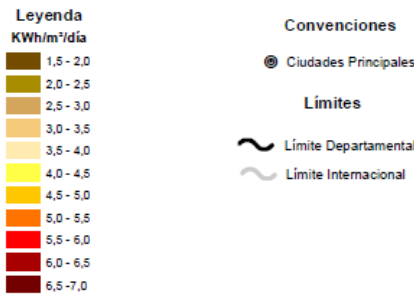


Figura 14. Convenciones mapa Colombia de radiación solar , Adaptado de (IDEAM- Instituto de hidrologia, 2014)

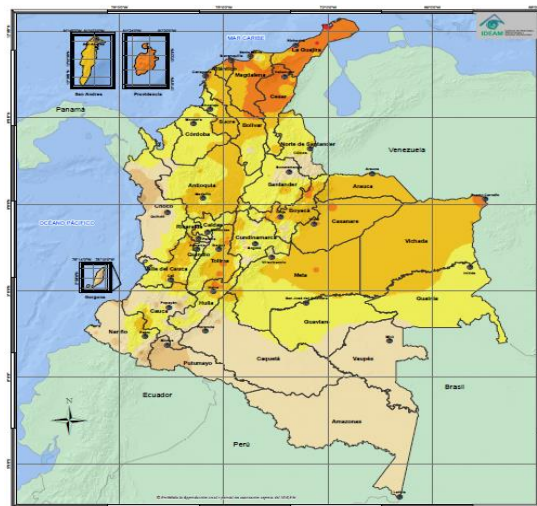


Figura 15. Mapa Colombia de radiación solar , Adaptado de (IDEAM- Instituto de hidrologia, 2014)

Recordemos que los sistemas productivos se encuentran ubicados en el Bohío, en la vereda de los Alpes del municipio de Mesetas-Meta, Colombia y se tiene un potencial de 4.0 – 4.5 KWh/m²/día.

6.3. Estimación de Costos

Con base en la información anterior y contando con la colaboración de un ingeniero especialista en el tema, se realizó el diseño conceptual y la estimación de costos (Solar, 2018) para la implementación de los sistemas principal fotovoltaicos, divididos en bloques de acuerdo con la presentación de las cargas. La estrategia de plantear los sistemas con esta división obedece a tener alternativas de implementación total, parcial o mixtas. De acuerdo con la información técnico-comercial de los elementos requeridos para la implementación de sistemas fotovoltaicos disponibles en el país, se presentan los siguientes estimados.

Tabla 6. Estimado de costos de la casa (Diseño principal)

ESTIMADO DE COSTOS CASA			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
18	Baterías 12 v - 100 a	\$ 666.400	\$ 11.995.200
5	Panel solar 240 w	\$ 773.500	\$ 3.867.500
1	Inversor 24 v-2000w onda pura	\$ 2.130.100	\$ 2.130.100
1	Controlador 24v- 60a mppt sin display	\$ 1.165.330	\$ 1.165.330
1	Transporte	\$ 400.000	\$ 400.000
1	Instalación *	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
		Total	\$ 22.258.130

* La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de la casa para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Tabla 7. Estimado de costos ganadero (Diseño principal)

ESTIMADO DE COSTOS GANADERO			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
8	Baterías 12 v - 100 a	\$ 666.400	\$ 5.331.200
2	Panel solar 240 w	\$ 773.500	\$ 1.547.000
1	Inversor 24 v-1000w onda pura	\$ 1.344.700	\$ 1.344.700
1	Controlador 24v- 60a mppt sin display	\$ 794.920	\$ 794.920
1	Transporte	\$ 400.000	\$ 400.000

ESTIMADO DE COSTOS GANADERO			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
1	Instalación *	\$ 300.000	\$ 300.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$1.500.000
		Total	\$11.217.820

Nota: * La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de la casa para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

Tabla 8. Estimado de costos de porcicultura (Diseño principal)

ESTIMADO DE COSTOS PORCICULTURA			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
16	Baterías 12 v - 100 a	\$ 666.400	\$ 10.662.400
4	Panel solar 260 w	\$ 844.900	\$ 3.379.600
1	Inversor 24 v-1000w onda pura	\$ 1.344.700	\$ 1.344.700
1	Controlador 24v- 60a mppt sin display	\$ 1.165.330	\$ 1.165.330
1	Transporte	\$ 400.000	\$ 400.000
1	Instalación *	\$ 600.000	\$ 600.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
		Total	\$ 19.052.030

* La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de porcicultura para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

Tabla 9. Estimado de costos avicultura (Diseño principal)

ESTIMADO DE COSTOS AVICULTURA			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
16	Baterías 12 v - 100 a	\$ 666.400	\$ 10.662.400
4	Panel solar 260 w	\$ 844.900	\$ 3.379.600
1	Inversor 24 v-1000w onda pura	\$ 1.344.700	\$ 1.344.700
1	Controlador 24v- 60a mppt sin display	\$ 1.165.330	\$ 1.165.330
1	Transporte	\$ 400.000	\$ 400.000
1	Instalación *	\$ 600.000	\$ 600.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
		Total	\$ 19.052.030

* La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de avicultura para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

Tabla 10. Estimado costos piscicultura (Diseño principal)

ESTIMADO DE COSTOS PISCICULTURA			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
8	Baterías 12 v - 100 a	\$ 666.400	\$ 5.331.200
2	Panel solar 260 w	\$ 844.900	\$1.689.800
1	Inversor 24 v-1000w onda pura	\$ 1.344.700	\$ 1.344.700
1	Controlador 12v- 24a mppt sin display	\$ 794.920	\$ 794.920
1	Transporte	\$ 400.000	\$ 400.000
1	Instalación *	\$ 300.000	\$ 300.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
		Total	\$11.360.620

* La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de piscicultura para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

De manera general se tiene el siguiente estimado por cada bloque de instalación y/o sección productiva de la finca, lo que permite posteriormente utilizar esta información para el análisis económico.

Tabla 11. Estimado de costos totales por sección (Diseño principal)

ESTIMADO DE COSTOS TOTALES / SECCON		
BLOQUE DE INSTALACION	CARGA ESTIMADA (Wh/día)	COSTO ESTIMADO
Casa	3447	\$ 22.858.130
Ganadería	1225	\$ 11.217.820
Porcicultura	3100	\$ 19.052.030
Avicultura	3100	\$ 19.052.030
Piscicultura	1600	\$ 11.360.620
COSTO TOTAL		\$ 83.540.630

Nota: Descripción de costos totales de todas las secciones para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

7. Diseño Alternativo del Sistema Fotovoltaico

Se realizó un diseño alternativo del sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta los mismos datos descritos anteriormente en los puntos 6.1 y 6.2, con el objetivo de dar a conocer una alternativa en la cual no se utilizarán baterías ni controladores, y que permite contrastar el posterior análisis económico.

La implementación de este diseño requiere establecer unas características claras para su funcionamiento, por lo tanto, esta alternativa solamente es aplicable para las secciones de piscicultura y ganadería, lugares que no requieren operar en horas nocturnas y que sus cargas solamente son utilizadas para operaciones específicas. Para las demás secciones este diseño no es factible ya que sus cargas requieren operaciones permanentes y por tanto necesitan una conexión eléctrica al sistema tradicional.

7.1. Estimación de Costos

Tabla 12. Estimado de costos alternativos ganadero (Diseño alternativo)

ESTIMADO DE COSTOS GANADERO			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
2	Panel solar 240 w	\$ 773.500	\$ 1.547.000
1	Inversor 24 v-1000w onda pura	\$ 1.344.700	\$ 1.344.700
1	Transporte	\$ 500.000	\$ 500.000
1	Instalación *	\$ 300.000	\$ 300.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$1.500.000
		Total	\$ 5.191.700

* La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de ganadería para la implementación del diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Tabla 13. Estimado de costos alternativos de piscicultura (Diseño alternativo)

ESTIMADO DE COSTOS PISCICULTURA			
CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
2	Panel solar 260 w	\$ 844.900	\$1.689.800
1	Inversor 24 v-1000w onda pura	\$ 1.344.700	\$ 1.344.700
1	Transporte	\$ 500.000	\$ 500.000
1	Instalación *	\$ 300.000	\$ 300.000
1	Materiales Complementarios	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
		Total	\$ 5.334.500

* La instalación está compuesta por un ingeniero, 2 técnicos y 2 auxiliares

Nota: Descripción de costos de la sección de piscicultura para la implementación del diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

De manera general se tiene el siguiente estimado por cada bloque de instalación y/o secciones del sistema productivo, lo que permite posteriormente utilizar esta información para el análisis económico.

Tabla 14. Estimado de costos totales por sección (Diseño alternativo)

ESTIMADO DE COSTOS TOTALES / SECCON		
BLOQUE DE INSTALACION	CARGA ESTIMADA (Wh/día)	COSTO ESTIMADO
Ganadería	1225	\$5.191.700
Piscicultura	1600	\$5.334.500
COSTO TOTAL		\$10.526.200

Nota: Descripción de costos totales de las secciones para la implementación del diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo,2018

8. Análisis Económico

El análisis económico de los diseños se realiza teniendo en cuenta los tiempos de vida útil de los elementos básicos del sistema fotovoltaico, descritos en el numeral 6.2, y las tablas 11 y 14 donde se representan los costos totales de la implementación de los diseños.

En contraste con los sistemas fotovoltaicos se encuentra el abastecimiento tradicional de energía eléctrica, el cual es suministrado para la región del Meta por la electrificadora del meta (EMSA), cuyos valores actuales se encuentran relacionados en la siguiente figura.

Sector		Concepto		Nivel 1 (a)	Nivel 1 (b)	Nivel 1 (c)	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	sub-normal	
Industrial, Comercial, Provisional	Energía	517.62	502.40	487.18	429.20	365.83	311.19				
	Contribución	103.52	100.48	97.44	85.84	73.17	62.24				
Oficial, Especial	Energía	517.62	502.40	487.18	429.20	365.83	311.19				
	Contribución	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
Bombeo Acueducto	Energía	517.62	502.40	487.18	429.20	365.83	311.19				
	Contribución	51.76	50.24	48.72	42.92	36.58	31.12				
(a) EMSA propietaria (b) Cliente propietario 50% (c) Cliente propietario 100%											
Costo Unitario de Prestación del Servicio EMSA (\$/kWh) según nivel de tensión (Res Creg 119-07)											
Concepto		Nivel 1 (a)	Nivel 1 (b)	Nivel 1 (c)	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	sub-normal			
Compra de Energía al Generador		166.57	166.57	166.57	166.57	166.57	166.57	166.57	166.57	166.57	
Transporte en el Sistema de Transmisión Nacional		30.85	30.85	30.85	30.85	30.85	30.85	30.85	30.85	30.85	
Transporte en el Sistema de Distribución Local		199.38	184.16	168.94	131.41	71.01	20.73	131.41	131.41	131.41	
Perdidas Reconocidas		32.14	32.14	32.14	11.69	8.72	4.36	32.14	32.14	32.14	
Otros Costos del Mdo Mayorista de Energía		28.94	28.94	28.94	28.94	28.94	28.94	28.94	28.94	28.94	
Costo de Comercialización		59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	59.74	
Total Costo Unitario (Res Creg 119-07)		517.62	502.40	487.18	429.20	365.83	311.19	449.65	449.65	449.65	
(a) EMSA propietaria (b) Cliente propietario 50% (c) Cliente propietario 100%											
SUBNORMAL											
		Estrato 1	Estrato 2								
Valor energía		449.65	449.65								
Subsidio a los primeros 184 kWh		55.14%	43.93%								
Contribución a fondos de solidaridad		0.00	0.00								
Valor kWh		201.70	252.12								
Cfjm \$/factura Costo base de comercialización para EMSA ESP correspondiente a enero de 2018										6.120	
Cym \$/kWh Margen de comercialización para EMSA ESP correspondiente a enero de 2018										59.74	

Figura 16. Tarifas de energía enero 2018, Adaptado de (Electrificadora del Meta, 2017)

Para efecto del presente análisis, se toman los valores (Electrificadora del Meta, 2017) de los últimos 2 años con el propósito de establecer un promedio de variación con el cual se realiza la proyección económica.

Tabla 15. Tarifas de energía estrato 3.

TARIFAS DE ENERGIA ESTRATO 3		
MES	2016	2017
Enero	510,54	506,96
Febrero	495,97	510,74
Marzo	498,79	513,56
Abril	483,45	504,36
Mayo	467,47	496,54
Junio	482,59	496,54
Julio	488,5	503,34
Agosto	594,23	516
Septiembre	492,15	506,32
Octubre	496,25	504,94
Noviembre	493,47	501,96
Diciembre	502,02	514,87
Total	6005,43	6076,13
Promedio	500,45	506,34

Nota: tarifas de energía relacionadas al estrato 3, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Para obtener la variación por año restamos el promedio del 2017 y el promedio del 2016, el resultado lo dividimos por el promedio del 2016 y lo multiplicamos por 100, por tanto, tenemos un resultado del 1,17% de variación anual. Ahora bien, con esta variación anual y con el valor presente se realiza la proyección de los costos por cada sección del sistema productivo.

8.1. Análisis del Diseño Principal

En la tabla 16, se encuentran los valores estimados de consumo por día y mes para el diseño principal, en las unidades requeridas para el cálculo económico, y que serán la base de la proyección con la que se evalúa la viabilidad del proyecto.

Tabla 16. Estimación de cargas conectadas al diseño principal

CARGAS ESTIMADAS		
BLOQUE DE INSTALACION	CARGA ESTIMADA (Wh/día)	CARGA ESTIMADA (kWh/mes)
Casa	3447	103,41
Ganadería	1225	36,75
Porcicultura	3100	93
Avicultura	3100	93
Piscicultura	1600	48
Carga total	12472	374,16

Nota: Cargas estimadas de las secciones conectadas al diseño principal, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018.

Una vez se tiene el total de carga estimada por mes, se procede a calcular el costo estimado del año, teniendo en cuenta que existe un subsidio a los primeros 173kWh del 15% para estrato 3.

Tabla 17. Estimación de costo por año de energía tradicional para el diseño principal

MES	CONSUMO	SUBSIDIO	NETO	TARIFA SUBSIDIO	TARIFA PLENA	TOTAL SUBSIDIO	TOTAL PLENO	TOTAL
Enero	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Febrero	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Marzo	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Abril	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Mayo	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Junio	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Julio	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Agosto	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Septiembre	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Octubre	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Noviembre	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
Diciembre	374,16	173	201,16	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 104.124,44	\$ 180.240,98
							TOTAL AÑO	\$2.162.891,75

Nota: Descripción de costos por año del consumo de energía tradicional con subsidios relacionados y totales a pagar, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

La proyección establecida para este estudio se centra en el tiempo más crítico de vida útil de los elementos básicos del sistema, el cual hace referencia de 10 años para el diseño principal, por cuenta de las baterías, y de 20 años para el sistema alternativo debido a la eficiencia de los paneles solares recomendada por el proveedor.

En la tabla 18, se representa el costo total utilizando la fuente de energía tradicional para todas las secciones productivas de la finca, con una proyección de 10 años.

Tabla 18. Proyección del costo total de energía tradicional para el diseño principal.

ITEM	AÑO	TOTAL	VARIACIÓN
1	2018	\$ 2.162.891,75	1,17%
2	2019	\$ 2.188.197,58	1,17%
3	2020	\$ 2.213.799,50	1,17%
4	2021	\$ 2.239.700,95	1,17%
5	2022	\$ 2.265.905,45	1,17%
6	2023	\$ 2.292.416,54	1,17%
7	2024	\$ 2.319.237,82	1,17%
8	2025	\$ 2.346.372,90	1,17%
9	2026	\$ 2.373.825,46	1,17%
10	2027	\$ 2.401.599,22	1,17%
TOTAL, A 10 AÑOS		\$ 22.803.947,18	
11	2028	\$ 2.429.697,93	1,17%
12	2029	\$ 2.458.125,40	1,17%
13	2030	\$ 2.486.885,47	1,17%
14	2031	\$ 2.515.982,03	1,17%
15	2032	\$ 2.545.419,02	1,17%
16	2033	\$ 2.575.200,42	1,17%
17	2034	\$ 2.605.330,26	1,17%
18	2035	\$ 2.635.812,63	1,17%
19	2036	\$ 2.666.651,63	1,17%
20	2037	\$ 2.697.851,46	
TOTAL, A 20 AÑOS		\$ 48.420.903,41	

Nota: Proyección de costos totales de la energía tradicional diseñado para el diseño principal, proyectado a 20 años, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

En la tabla 19 se presenta un comparativo entre los costos relacionados con la instalación del diseño principal de energía alternativa y el consumo eventual de la energía tradicional, si no se instalará un sistema de energía alternativa.

Tabla 19. Comparativo de costos de energías para el diseño principal

DISEÑO	ENERGIA TRADICIONAL		ENERGIA ALTERNATIVA		PROYECCIÓN TÉCNICA
	kWh	Costo	kWh	Costo	
Principal	44899,2	\$22.803.947	44899,2	\$83.540.630	10 AÑOS

Nota: Comparativos de costos entre los diseños principal y las energías tradicionales, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

8.2. Análisis del Diseño Alternativo

En la tabla 20, se encuentran los valores estimados de consumo por día y mes para el diseño alternativo, en las unidades requeridas para el cálculo económico, y que serán la base de la proyección con la que se evalúa la viabilidad del proyecto.

Tabla 20. Estimación de cargas conectadas al diseño alternativo

CARGAS ESTIMADAS		
BLOQUE DE INSTALACION	CARGA ESTIMADA (Wh/día)	CARGA ESTIMADA (kWh/mes)
Ganadería	1225	36,75
Piscicultura	1600	48
Carga Total	2825	84,75

Nota: Estimación de cargas que están conectadas al diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Una vez se tiene el total de carga estimada por mes, se procede a calcular el costo estimado del año, teniendo en cuenta que la carga total es inferior a 173kWh este cálculo se realiza con la tarifa subsidiada.

Tabla 21. Estimación de costo por año de energía tradicional para las cargas conectadas al diseño alternativo

MES	CONSUMO	TARIFA SUBSIDIO	TOTAL, SUBSIDIO
Enero	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Febrero	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Marzo	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Abril	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Mayo	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Junio	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Julio	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Agosto	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Septiembre	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Octubre	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Noviembre	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
Diciembre	84,75	\$ 439,98	\$ 37.288,31
		Total	\$ 447.459,66

Nota: Estimación de cargas de energías tradiciones conectadas al diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

En la tabla 22, se representa el costo total utilizando la fuente de energía alternativa para dos secciones productivas de la finca, con una proyección de 20 años.

Tabla 22. Proyección de costo total de energía tradicional para las cargas conectadas al diseño alternativo

ITEM	AÑO	TOTAL	VARIACIÓN
1	2018	\$ 447.459,66	1,17%
2	2019	\$ 452.694,94	1,17%
3	2020	\$ 457.991,47	1,17%
4	2021	\$ 463.349,97	1,17%
5	2022	\$ 468.771,16	1,17%
6	2023	\$ 474.255,79	1,17%
7	2024	\$ 479.804,58	1,17%
8	2025	\$ 485.418,29	1,17%
9	2026	\$ 491.097,69	1,17%
10	2027	\$ 496.843,53	1,17%
11	2028	\$ 502.656,60	1,17%
12	2029	\$ 508.537,68	1,17%
13	2030	\$ 514.487,57	1,17%

14	2031	\$ 520.507,08	1,17%
15	2032	\$ 526.597,01	1,17%
16	2033	\$ 532.758,19	1,17%
17	2034	\$ 538.991,47	1,17%
18	2035	\$ 545.297,67	1,17%
19	2036	\$ 551.677,65	1,17%
20	2037	\$ 558.132,28	
	TOTAL	\$10.017.330,26	

Nota: Proyección de costos totales de energía tradicionales para las cargas conectadas al diseño alternativo proyectado a 20 años, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018.

Finalmente, luego de realizar las proyecciones de los costos para la implementación de los sistemas fotovoltaicos en las secciones productivas de la finca, se determinan los costos de los consumos estimados para las demás secciones productivas que seguirán conectadas al sistema tradicional. En la tabla 23, se representan los valores de cargas que seguirán conectadas con las energías tradicionales en el diseño alternativo.

Tabla 23. Estimación de cargas no conectadas al diseño alternativo

CARGA ESTIMADA / MES		
BLOQUE DE INSTALACION	CARGA ESTIMADA (Wh/día)	CARGA ESTIMADA (kWh/mes)
Casa	3447	103,41
Porcicultura	3100	93
Avicultura	3100	93
Costo Total	9647	289,41

Nota: Cargas estimadas de las secciones no conectados al diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Una vez se tiene el total de carga estimada por mes, se procede a calcular el costo estimado del año, teniendo en cuenta que existe un subsidio a los primeros 173kWh del 15% para estrato 3.

Tabla 24. Estimación de costo por año de energía tradicional para las cargas no conectadas al diseño alternativo

MES	CONSUMO	SUBSIDIO	NETO	TARIFA SUBSIDIO	TARIFA PLENA	TOTAL, SUBSIDIO	TOTAL, PLENO	TOTAL
Enero	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Febrero	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Marzo	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Abril	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Mayo	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Junio	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Julio	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Agosto	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Septiembre	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Octubre	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Noviembre	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
Diciembre	289,41	173	116,41	\$ 439,98	\$ 517,62	\$ 76.116,54	\$ 60.256,14	\$136.372,68
							TOTAL AÑO	\$1.636.472,21

Nota: Estimación de costos por año de energías tradicionales para las secciones no conectadas a diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

En la tabla 25, se representa el costo total de la energía tradicional utilizando la fuente de energía alternativa para dos secciones productivas de la finca, con una proyección de 20 años.

Tabla 25. Proyección de costo total de energía tradicional para las cargas no conectadas al diseño alternativo

ITEM	AÑO	TOTAL	VARIACIÓN
1	2018	\$ 1.636.472,21	1,17%
2	2019	\$ 1.655.618,94	1,17%
3	2020	\$ 1.674.989,68	1,17%
4	2021	\$ 1.694.587,06	1,17%
5	2022	\$ 1.714.413,72	1,17%
6	2023	\$ 1.734.472,37	1,17%
7	2024	\$ 1.754.765,69	1,17%
8	2025	\$ 1.775.296,45	1,17%
9	2026	\$ 1.796.067,42	1,17%
10	2027	\$ 1.817.081,41	1,17%
11	2028	\$ 1.838.341,26	1,17%
12	2029	\$ 1.859.849,85	1,17%

13	2030	\$ 1.881.610,10	1,17%
14	2031	\$ 1.903.624,93	1,17%
15	2032	\$ 1.925.897,35	1,17%
16	2033	\$ 1.948.430,34	1,17%
17	2034	\$ 1.971.226,98	1,17%
18	2035	\$ 1.994.290,34	1,17%
19	2036	\$ 2.017.623,53	1,17%
20	2037	\$ 2.041.229,73	
	TOTAL	\$ 36.635.889,35	

Nota: Proyección de costos totales de energías tradicionales para las cargas no conectadas al diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

En la tabla 26 se presenta un comparativo entre los costos relacionados con la instalación del diseño alternativo de energía renovable y el consumo eventual de la energía tradicional, si no se instalará un sistema de energía alternativa.

Tabla 26. Comparativo de costos de energías para el diseño alternativo

DISEÑO	ENERGIA TRADICIONAL (Cargas No Conectadas)		ENERGIA TRADICIONAL (Cargas Conectadas)		ENERGIA ALTERNATIVA (Cargas Conectadas)		PROYECCIÓN TÉCNICA
	kWh	Costo	kWh	Costo	kWh	Costo	
Alternativo	69458,4	\$36.635.890	20340	\$10.017.330	20340	\$10.526.200	20 AÑOS

Nota: Comparación entre las energías tradicionales y el diseño alternativo, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

9. Análisis de Resultados

Con base en los resultados del análisis económico, realizado para las diferentes alternativas de implementación de un proyecto de energía renovable en el sistema productivo agropecuario el Bohío, se presentan las siguientes tablas comparativas.

Tabla 27. Comparativo de consumos anuales entre diseños

BLOQUE DE INSTALACION	CARGA ESTIMADA (kWh/año)	DISEÑO PRINCIPAL		DISEÑO ALTERNATIVO	
		CONSUMO ENERGIA TRADICIONAL	CONSUMO ENERGIA ALTERNATIVA	CONSUMO ENERGIA TRADICIONAL	CONSUMO ENERGIA ALTERNATIVA
Casa	1240,92	0	1240,92	1240,92	0
Ganadería	441	0	441	0	441
Porcicultura	1116	0	1116	1116	0
Avicultura	1116	0	1116	1116	0
Piscicultura	576	0	576	0	576
Costo Total	4489,92	0	4489,92	3472,92	1017

Nota: Comparativos de los consumos anuales entre los diseños y las energías tradicionales, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Relacionando los resultados anteriores con las proyecciones de los sistemas de acuerdo con la vida útil descrita en el numeral 6.2, tenemos el siguiente balance.

Tabla 28. Comparativo de costos totales para la implementación de los diseños

DISEÑO	ENERGIA TRADICIONAL		ENERGIA ALTERNATIVA		PROYECCIÓN TÉCNICA
	kWh	Costo	kWh	Costo	
Principal	0	\$0	44899,2	\$82.940.630	10 AÑOS
Alternativo	69458,4	\$36.635.889	20340	\$10.526.200	20 AÑOS

Nota: Comparativos de costos totales para la implementación de los diseños, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Ahora bien, al realizar la misma proyección técnica solamente para el escenario de un consumo único de energía tradicional se obtiene el siguiente resultado.

Tabla 29. Comparativo de costos totales de energía tradicional entre diseños

DISEÑO	ENERGIA TRADICIONAL		PROYECCIÓN TÉCNICA
	KWh	Costo	
Principal	44899,2	\$ 22.803.947	10 AÑOS
Alternativo	89798,4	\$ 48.420.903	20 AÑOS

Nota: Comparativo de los costos totales entre diseños de energías tradicionales, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

En conclusión, como resultado final se tiene el siguiente cuadro comparativo, que representa los costos de inversión para los diferentes diseños.

Tabla 30. Comparativo de costos de energías por cada diseño

DISEÑO	ENERGIA TRADICIONAL		ENERGIA ALTERNATIVA		PROYECCIÓN TÉCNICA
	kWh	Costo	kWh	Costo	
PRINCIPAL	44899,2	\$22.803.947	44899,2	\$82.940.630	10 AÑOS
ALTERNATIVO	69458,4	\$48.420.903	69458,4*	\$47.162.089*	20 AÑOS

* Los valores corresponden al conjunto de cargas conectas y no conectadas al sistema de energía alternativa que constituyen el diseño alternativo.

Nota: Comparativo de costos totales de las energías por cada diseño, por Jenny Astrid Atehortua Murillo, 2018

Conclusiones

Respecto a la factibilidad del proyecto, se puede inferir que este cuenta con los requerimientos técnicos y básicos para su implementación, dado que Colombia es un país con un buen potencial de energía solar gracias a la zona donde se encuentra ubicada (Trópico). En particular para el sistema productivo el Bohío, ubicado en el departamento del Meta y el cual es sujeto del presente estudio, se tiene una radiación solar por encima del promedio del país lo que permite la instalación de sistemas fotovoltaicos con un buen rendimiento. Adicional a esto, la finca cuenta con un área disponible, aspecto que también es fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Con relación a la viabilidad del proyecto, en primera instancia es importante resaltar que el factor de incremento en los costos de energía tradicional es un valor estimado con base en los últimos dos años. Sin embargo, este factor puede verse impactado en mayor o menor medida por cuenta de las externalidades que lo constituyen y esto puede afectar el resultado de este análisis. Otro aspecto que favorece el uso de energía tradicional, cuando se hace la evaluación económica, es el subsidio del 15% que presta la empresa de energía a los primeros 173kW y hace que su costo sea bastante competitivo cuando se proyecta el desarrollo de un proyecto de energía alternativa.

El diseño principal tiene un costo alto por cuenta de las baterías, las cuales condicionan el sistema y representan cerca del 60% del costo, además de tener una proyección de tan solo 10 años debido a la vida útil. Por otra parte, el diseño alternativo no cuenta con esta restricción, ya que su vida útil se puede proyectar por encima de los 25 años y su costo es bastante aceptable cuando se hace la evaluación económica.

En general, el diseño principal plantea la utilización de la energía alternativa como único medio de operación, pero al hacer el análisis de proyección, se obtiene que la implementación del sistema costaría alrededor de 60 millones más que mantener la finca operando con energía tradicional, lo que hace que este modelo no sea favorecido en el estudio de viabilidad. Ahora bien, cuando se realiza el mismo ejercicio para el diseño alternativo se consiguen datos más alentadores, pues el costo de implementación de la energía alternativa está por debajo del costo tradicional y además cuenta con una operación de 20 años, lo que permite destacar este sistema en el estudio económico.

Existen otros factores al momento de evaluar los sistemas de energías alternativas, entre ellos se destacan de acuerdo con la Ley 1715, la financiación del Estado para la implementación de este tipo de proyectos, así como algunos beneficios tributarios para las personas y/o empresas que realicen estas actividades. Además de lo anterior, el análisis social y ambiental de estas iniciativas traerá consigo buenos resultados que favorecerán la ejecución de estos sistemas.

Al finalizar la edición de este trabajo se confirmó por parte del CREG la expedición de la resolución 030 de 2018 la cual autoriza la generación de energía para vender al sistema interconectado nacional, lo anterior se traduce en que un usuario puede instalar un sistema de energía alternativa para generar y entregar directamente al sistema para de esta manera descontar este valor del recibo de consumo.

Referencias bibliográficas

- Abella, M. A. (2005). Sistemas Fotovoltaicos. Obtenido de CIEMAT:
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335.pdf
- Avalos, H., & Frenoso, A. (2006). Sistemas de Produccion agropecuarias. En H. C. Ávalos, Actividades Productivas (págs. 69,70,71). Mexico: Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental.
- Colombia, C. d. (13 de Mayo de 2014). Por medio de la cual regula la integracion de las energias renovables no convencionales al sistema energetico nacional. Bogotá, Colombia : Gobierno Nacional. Obtenido de www.minminas.gov.co/documents/10180/23517/22602-11506.pdf
- Dixon, J., Gulliver, A., & Gibbon, D. (2001). Sistemas de Produccion Pecuaria y Pobreza. CÓMO MEJORAR LOS MEDIOS DE SUBSISTENCIA. Roma y Washington, DC: M. Hall . Obtenido de [fao.org: http://www.fao.org/3/a-ac349s.pdf](http://www.fao.org/3/a-ac349s.pdf)
- Electrificadora del Meta. (2017). Tarifas de Energia. Villavicencio: EMSA.
- Gerencie.com. (13 de Octubre de 2017). www.gerencie.com/diferencia-entre-un-proyecto-viable-y-factible.html. Obtenido de <http://www.gerencie.com/>
- Grupo NAP. (2002). Energia Solar Fotovoltaica. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicacion.
- Homecenter. (2018). <http://www.homecenter.com.co> productos indispensables en el hogar.
- IDEAM- Instituto de hidrologia, M. y. (2014). <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/RadiacionSolar13.pdf>.
- libre, M. (2018). https://listado.mercadolibre.com.co/maquina-de-ordeno-de-piston-para-vacas-o-ovejas_NoIndex_True.
- Mesetas, M. d. (2016). Contigo, generamos oportunidades . Ficha municipal de Mesetas. La Macarena .

Ministerio de Educación. (2010). Componentes de una instalacion solar fotovoltaica.

Murillo, A. (21 de Mayo de 2011). Energía solar térmica y fotovoltaica. Obtenido de [smienergias.wordpress.com/category/energia-solar/energia-solar-fotovoltaica:](https://smienergias.wordpress.com/category/energia-solar/energia-solar-fotovoltaica/)
<https://smienergias.wordpress.com/>

Novales, M. R. (Septiembre de 2004). Propuesta de un modelo de evaluacion economica de proyectos educativos . Propuesta de un modelo de evaluacion economica de proyectos educativos. Barcelona .

portafolio.com, E. (26 de Agosto de 2014). Colombia le apuesta fuerte a las energías renovables. (E. d. Almikar Acosta Medina, Entrevistador)

Solar, A. S.-E. (2018). Los paneles solares, baterias, convertidores. . Obtenido de https://www.ambientesoluciones.com/sitio/productos_mo.php?it=799

TMS. (2017). <https://www.tmsmx.com/informacion/sistema-fotovoltaico/aislado>. Obtenido de <https://www.tmsmx.com/images/blog/infografia-sistemas-fotovoltaicos-aislados-tms.jpg>

Twenergy.com. (23 de Marzo de 2012). Twenergy.com, Energia Solar en Colombia. Obtenido de <https://twenergy.com/>

Vanegas, A., & Barrera, E. (Noviembre de 2016). Energización de las zonas no interconectadas a partir de la energia solar. Villavicencio.