IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE ÉXITO EN LAS FASES DE ALINEACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

Ing. JUAN PABLO ROMERO
Ing. ERICA TAMAYO
Admin. MARÍA DE LOS ÁNGELES VELÁSQUEZ

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2020

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE ÉXITO EN LAS FASES DE ALINEACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

Ing. JUAN PABLO ROMERO
Ing. ERICA TAMAYO
Admin. MARÍA DE LOS ÁNGELES VELÁSQUEZ

Trabajo de Grado

Director
Ing. CÉSAR AUGUSTO LEAL CORONADO

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ
2020

Nota de aceptación

El trabajo de grado titulado “Identificación de factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del Sistema Interconectado Nacional” presentado por los estudiantes Juan Pablo Romero, Erica Tamayo y María de los Ángeles Velásquez, quienes optan al título de Magíster en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería, cumple con los requisitos establecidos por la Unidad de Proyectos y recibe nota aprobatoria.

_____

Firma del Director de Trabajo de grado

_____

Firma del Jurado

_____

Firma del Jurado

Bogotá D.C., junio de 2020

DEDICATORIA

A Dios por darme todas las facilidades para culminar con éxito este proyecto, a mis padres (Melina y Luis) por su constante apoyo, a mi hermosa hija (Dana) por su inmensa paciencia, a mi novio (Jota) por su constante ayuda y comprensión, a mi equipo (María y Juan) por su compromiso y a nuestro Director (César Leal) por su empeño; todo ello para el satisfactorio resultado que tengo hoy en día.

***Erica Tamayo Suárez**.*

*Dedicado a **Dios** por brindarme la paciencia y amor a este proyecto, a mi familia (Oscar, Maria E., Oscar E., Camilo y Junior) por su apoyo cuando más lo necesitaba, al amor de mi vida (Felipe) por su comprensión, apoyo y paciencia, a mi equipo ganador (Juan y Erica) por el reto que asumimos y haberlo sacado adelante de manera exitosa.*

***María de los Ángeles Velásquez Fuentes**.*

A Dios por haberme guiado y ayudado a culminar este proyecto, a mis padres y hermana por su apoyo y comprensión, a mi equipo de trabajo María y Erica por su esfuerzo y dedicación, y a nuestro Director por la guía que nos brindó; lo que permitió alcanzar este anhelado logro.

Juan Pablo Romero Sánchez.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO XII

ABREVIATURAS XVI

RESUMEN 1

INTRODUCCIÓN 4

1. PROPÓSITO DEL TRABAJO DE GRADO 5

2. PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO 7

2.1. Planteamiento del problema 7

2.2. Justificación del problema 9

3. OBJETIVOS 11

3.1. Objetivo general 11

3.2. Objetivos específicos 11

4. MARCO TEÓRICO 12

4.1. Energía Solar Fotovoltaica 12

4.1.1. Aplicaciones sistemas solares fotovoltaicos 12

4.1.2. Componentes de los sistemas fotovoltaicos 12

4.2. Factor de éxito 13

4.2.1. Definición factor de éxito 13

4.2.2. Éxito en los proyectos 17

4.3. Gestión Basada en Resultados 18

4.3.1. Declaración de Impacto 19

4.3.2. Declaración de Efecto 20

4.3.3. Declaración de Producto 20

4.4. Alineación estratégica 20

4.5. Formulación 22

5. ESTADO DEL ARTE 29

5.1. Alineación en proyectos fotovoltaicos en Colombia 29

5.2. Formulación en proyectos fotovoltaicos en Colombia 31

5.2.1. Mercado Eléctrico Mayorista 31

5.2.2. Estructura del sector 31

5.2.3. Estudio de mercado 32

5.2.3.1. Contratos bilaterales 32

5.2.3.2. Transacciones en bolsa 33

5.2.4. Estudio técnico y tecnológico 34

5.2.5. Estudio ambiental 36

5.2.6. Estudio Administrativo 38

5.2.7. Estudio financiero 40

5.2.7.1. Arrendamiento o Leasing solar 40

5.2.7.2. Acuerdo de compra de energía 40

5.2.8. Estudio legal y regulatorio 41

6. MARCO METODOLÓGICO 43

6.1. Tipo de investigación 43

6.1.1. Alcance descriptivo 43

6.1.2. Diseño no experimental 44

6.1.3. Enfoque mixto 44

6.2. Metodología de la investigación 44

6.2.1. Fase I: Marco teórico 45

6.2.2. Fase II: Estado del arte 45

6.2.3. Fase III: Recopilación de la información del entorno colombiano 45

6.2.3.1. Entrevista 46

6.2.3.2. Encuesta 46

6.2.4. Fase IV: Análisis de la información recopilada en la fase anterior 47

6.2.5. Fase V: Identificación y verificación de los factores de éxito 48

7. RESULTADOS 49

7.1. Hallazgos 49

7.2. Conclusiones 67

8. FACTORES DE ÉXITO EN LAS FASES DE ALINEACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL 72

9. REFLEXIONES DE LOS PROYECTOS FVS EN COLOMBIA 78

9. TRABAJO FUTURO 80

10. BIBLIOGRAFÍA 81

11. ANEXOS 91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alineación del Trabajo de Grado 5
Tabla 2. Definición factor de éxito por autores 14
Tabla 3. Etapas en la fase de formulación de proyectos 22
Tabla 4. Estudios de prefactibilidad y factibilidad 24
Tabla 5. Descripción de variables para implementación de sistemas FVs 34
Tabla 6. Estructuras organizacionales 38
Tabla 7. Reglamentación de la Ley 1715 de 2014 41
Tabla 8. Entregable final: Factores de éxito 48
Tabla 9. Hallazgos resultantes de la revisión de la literatura 49
Tabla 10. Hallazgos obtenidos de las entrevistas 57
Tabla 11. Hallazgos obtenidos de las encuestas 61
Tabla 12. Conclusiones a partir de los hallazgos 67
Tabla 13. Factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del SIN 73
Tabla 14. Documentación requerida para inscripción de proyectos de generación 91
Tabla 15. Fuentes internacionales de financiación para proyectos de energías renovables 96
Tabla 16. Fuentes nacionales de financiación para proyectos de energías renovables 96
Tabla 17. Tipos de proyectos de generación 151
Tabla 18. Factores de influencia para el desarrollo de proyectos 152
Tabla 19. Factores adicionales identificados por los encuestados 152
Tabla 20. Mecanismos para entrada al mercado mayorista 153
Tabla 21. Mecanismos para participación en el mercado energético 154
Tabla 22. Tipos de contratos para la participación en el mercado 155
Tabla 23. Formas para la ejecución de proyectos de autogeneración 156
Tabla 24. Variables para la identificación de viabilidad técnica 156
Tabla 25. Efectos económicos esperados 157
Tabla 26. Factores que facilitan la obtención de efectos económicos 158
Tabla 27. Formas de financiación 159
Tabla 28. Efectos a nivel organizacional 160

Tabla 29. Factores de éxito para la consecución de efectos 161
Tabla 30. Variables de influencia para consecución licencia o permiso ambiental 162
Tabla 31. Variables adicionales identificados por los encuestados 163
Tabla 32. Factores para la reducción de afectación ambiental 163
Tabla 33. Impactos esperados por el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica 165
Tabla 34. Factor de éxito para obtención de impactos 166
Tabla 35. Factores que influencian la obtención de resultados 166
Tabla 36. Roles que participan en la definición de objetivos de proyecto 167
Tabla 37. Factores para promover/fortalecer el compromiso 168
Tabla 38. Unidades para la delegación del monitoreo y control 169
Tabla 39. Posición empresas que consideran factor de éxito incrementar la capacidad instalada, propuesta del PND 170
Tabla 40. Posición empresas que consideran factor de éxito la participación en la ejecución por parte del equipo que estuvo en las fases de planificación/estructuración/alineación del proyecto 171
Tabla 41. Posición de empresas si los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU facilitan el desarrollo de proyectos FVs 172
Tabla 42. Estudios que presentan una prioridad alta para la obtención de resultados esperados 173
Tabla 43. Estudios adicionales que presentan una prioridad alta para la obtención de resultados esperados 173
Tabla 44. Elementos que hacen falta para la obtención de los máximos beneficios 174
Tabla 45. Descripción de elementos que hacen falta en la regulación aplicable al tipo de proyecto fotovoltaico 175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyectos fotovoltaicos registrados ante la UPME.....8
Figura 2. Componentes de un Sistema Fotovoltaico.....12
Figura 3. Estructura sector energético colombiano.....32
Figura 4. Metodología de la investigación.....44
Figura 5. Proceso de registro de proyectos de generación ante la UPME 91
Figura 6. Tipos de proyectos de generación.....151
Figura 7. Factores de influencia para el desarrollo de proyectos. 153
Figura 8. Mecanismos para entrada al mercado mayorista. 154
Figura 9. Mecanismos para participación en el mercado energético. 155
Figura 10. Tipos de contratos para la participación en el mercado.....155
Figura 11. Formas para la ejecución de proyectos de autogeneración.....156
Figura 12. Variables para la identificación de viabilidad técnica. 157
Figura 13. Efectos económicos esperados.....158
Figura 14. Factores que facilitan la obtención de efectos económicos. 159
Figura 15. Formas de financiación.....160
Figura 16. Efectos a nivel organizacional. 161
Figura 17. Factores de éxito para la consecución de efectos. 162
Figura 18. Variables de influencia para consecución licencia o permiso ambiental.....163
Figura 19. Factores para la reducción de afectación ambiental. 164
Figura 20. Impactos esperados por el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica. 165
Figura 21. Factor de éxito para obtención de impactos.....166
Figura 22. Factores que influencian la obtención de resultados. 167
Figura 23. Roles que participan en la definición de objetivos de proyecto. 168
Figura 24. Factores para promover/fortalecer el compromiso. 169
Figura 25. Unidades para la delegación del monitoreo y control.....170
Figura 26. Posición empresas que consideran la meta propuesta por el PND de incrementar la capacidad instalada como factor de éxito.....171

Figura 27. Posición empresas que consideran factor de éxito la participación en la ejecución por parte del equipo que estuvo en las fases de planificación/estructuración/alineación del proyecto 172
Figura 28. Posición de empresas si los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU facilitan el desarrollo de proyectos FVs 172
Figura 29. Estudios que presentan una prioridad alta para la obtención de resultados esperados. 173
Figura 30. Elementos que hacen falta para la obtención de los máximos beneficios. 174

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Registro de proyectos ante la UPME 91
Anexo B. Árbol de problemas 93
Anexo C. Estructura sector energético colombiano 94
Anexo D. Fuentes de financiación para proyectos de energías renovables 96
Anexo E. Guion inicial de entrevista 98
Anexo F. Guion final de entrevista 101
Anexo G. Ficha técnica entrevista 105
Anexo H. Perfil entrevistados 107
Anexo I. Transcripción entrevistas 109
Anexo J. Ficha técnica de la encuesta 136
Anexo K. Encuesta piloto 138
Anexo L. Encuesta final 143
Anexo M. Tabulación resultados encuestas 151

GLOSARIO

ALINEACIÓN: "*Modo en que los beneficios del proyecto apoyan y se alinean con las estrategias de la organización"* (PMI, 2017a, pg 546).

AUTO GENERADOR A PEQUEÑA ESCALA: Aquel generador que produce energía eléctrica exclusivamente para atender sus propias necesidades (Articulo 11 Ley 143, 1994) con una capacidad instalada de máximo un (1) *mega-watts* (MW) (Resolución UPME 281, 2015).

***BUSINESS ANALYSIS*:** Es un conjunto de actividades que se desarrollan para la entrega de la solución que se alinea con los objetivos de negocio y proporciona valor continuo a la organización. (PMI, 2017).

BRILLO SOLAR: Número de horas en las que se puede aprovechar la radiación solar en un día (Estévez, Ambiental, Ort, & Ambiental, 2018).

CARGO POR CONFIABILIDAD: Opción de compra que los consumidores tienen para recibir energía a un precio denominado "de escasez", cada vez que el precio de la bolsa de electricidad supera este valor. Los generadores adscritos a este esquema reciben una prima mensual como compensación por no cobrar el precio pleno de bolsa cuando éste es igual o superior al precio de escasez. (Benavides, Cadena, González, Hidalgo, & Piñeros, 2018).

CONTRATOS LLAVE EN MANO: Contrato por medio del cual el contratista se obliga frente al cliente, mediante un precio, generalmente alzado, a concebir, construir y poner en funcionamiento una obra determinada que él mismo ha proyectado previamente (responsabilidad global del contratista) (León, 2016).

CONTRATOS PPA: Acuerdo entre un desarrollador de proyectos y su cliente, en el cual, la inversión inicial y toda la implementación del sistema está a cargo del desarrollador y a cambio de eso, el usuario se compromete a comprar la energía producida por dicho sistema durante un periodo de tiempo determinado (López & López, 2017).

FACTOR DE ÉXITO: Son variables para tener en cuenta antes y durante la realización de un proyecto, ya que aportan información valiosa para alcanzar las metas y objetivos de la empresa (López, Morales, Toledo, & Delgado, 2015).

FORMULACIÓN: Fase en la que se da inicio a la concepción de la idea, tomando como base la identificación de una necesidad u oportunidad, y la cual está orientada a la definición clara y coherente de los objetivos, así como la descripción de las características que tendrá el producto del

proyecto; esto con el fin de cumplir con los requerimientos de los stakeholders. (Castillo Sánchez, 2004) (Córdoba Padilla, 2011) (Departamento Nacional de Planeación, 2019)

ENCUESTA: Técnica para la recolección de datos a través de la interrogación de los sujetos, cuya finalidad es la de obtener de manera sistemática, medidas sobre los conceptos que se derivan de una problemática de investigación previamente construida. (López-Roldán & Fachelli, 2015).

ENFOQUE CUALITATIVO: Conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo "visible", lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

ENFOQUE CUANTITATIVO: Es un conjunto de procesos, secuenciales y probatorios. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. (Hernandez Sampieri et al., 2014).

ENFOQUE VERDE: Es un enfoque que, desde la sostenibilidad, se encarga de "*desarrollar tecnologías respetuosas con el medio ambiente"* (Pg. 418), contando con incentivos económicos hacia los mercados verdes y con tecnologías limpias; así pretende conservar los ecosistemas, y de esta manera, disminuir la contaminación ambiental (Ávila, 2018)

ENERGÍA FOTOVOLTAICA: Aquella cuya fuente es la radiación solar que llega a la tierra, para que a través de unos elementos denominados paneles solares, se haga la conversión a energía eléctrica. (López & López, 2017).

ENERGÍA SOSTENIBLE: *"Energía limpia que proviene de fuentes naturales inagotables"* (MINCIENCIAS, 2020)

ENTREVISTA: Manera formal o informal de obtener información de los interesados, a través de un diálogo directo con ellos. (PMI, 2017).

EFECTO FOTOELÉCTRICO: Efecto en el cual se desprenden electrones de superficies metálicas al someterlas a la acción de la luz**.** (Gómez Varela et al., 2016)

MATRIZ ENERGÉTICA: Es la combinación de fuentes de energía primaria, que se usa en una zona geográfica. (Corredor, 2018).

MERCADO DE ENERGÍA MAYORISTA: Modelo de mercado en el que todos los generadores que forman parte del sistema eléctrico de potencia compiten entre sí, en condiciones similares, para establecer contratos de venta de energía de largo plazo con las empresas distribuidoras y/o grandes

consumidores (clientes industriales); compiten también por ofertar su producción en el mercado mayorista de corto plazo (*wholesale spot market*), que es administrado por el operador del mercado eléctrico. (Lozano, Luyo, & Molina Rodriguez, 2018).

MERCADO INTRADIARIO: Mercado de corto plazo que busca valorar los ajustes que experimentan las plantas de generación al momento de operar y transferir estas señales al indicador fundamental del mercado, como es el precio de la energía. (Jaramillo, 2017).

METODOLOGÍA: Sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y normas utilizado por quienes trabajan en una disciplina. (PMI, 2017).

MUESTRA: Subgrupo del universo o población del cual se recolectan datos y que debe ser representativo de ésta. (Hernandez Sampieri et al., 2014).

POBLACIÓN: Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernandez Sampieri et al., 2014).

PRECIO DE BOLSA: Mayor precio de oferta de las unidades con despacho centralizado que han sido programadas para generar en el despacho ideal (Ramírez, 2017).

PRECIO DE ESCASEZ: Precio techo o valor máximo que puede pagar la demanda del país por la energía. Este precio se calcula mensualmente de acuerdo con los costos variables asociados al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y al precio del combustible. (XM, 2019b).

PROYECTO: Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. (PMI, 2017).

RADIACIÓN SOLAR: Flujo de energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas a una temperatura de 235°C; se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta (Estévez et al., 2018).

SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL: Conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales, que transportan la energía desde las plantas de generación a las subestaciones de transformación y finalmente al consumidor final (XM, 2019a).

SOSTENIBLE: "*Asegurar que se satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propia*" (Pg. 419). La sostenibilidad considera 3 ejes: económico, social y ambiental. El desarrollo económico sostenible se logra cuando las empresas o personas hacen que sus proyectos sean financieramente exitosos, a través de un criterio rentable. La sostenibilidad social se consigue a través del apoyo a proyectos que

tienen objetivos que pretender mejorar las condiciones de vida. La sostenibilidad ambiental se logra, siempre y cuando, la explotación de los recursos naturales no sobrepase los límites para la regeneración y el crecimiento natural. (Ávila, 2018)

ABREVIATURAS

AGPE – Autogenerador a Pequeña Escala

ANLA – Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

ASIC – Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales

BANCÓLDEX - Banco de Comercio Exterior de Colombia

BID – Banco Interamericano de Desarrollo

CAF – Corporación Andina de Fomento

CAR – Corporaciones Autónomas Regionales

CERE – Centro de Estudios Regionales

CND – Centro Nacional de Despacho

CNO – Consejo Nacional de Operación

COLCIENCIAS - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

CONPES – El Consejo Nacional de Política Económica y Social

CORELCA – Corporación de Energía Eléctrica de la Costa Atlántica

CO2 – Dióxido de carbono

CREG – Comisión de Regulación de Energía y Gas

CSF – *Critical Sucess Factors*

DER – *Distributed Energy Resources*

DNP – Departamento Nacional de Planeación

EIA – Estudio de Impacto Ambiental

ESMAP – Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía

FAZNI – Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas

FCE – Factores Críticos de Éxito

FENOGE – Fondo de Energías Renovables y Gestión Eficiente de la Energía

FINDETER – Financiera de Desarrollo Territorial S.A.

FERNC – Fuentes de Energía Renovable No Convencionales

FV – Fotovoltaica/o

FVs - Fotovoltaicos

GBR - Gestión Basada en Resultados

GEERED – *Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund*

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IPSE – Instituto para la Promoción de Soluciones Energéticas

IRENA – Agencia Internacional de Energías Renovables

IVA – Impuesto de Valor Agregado

KPI's – *Key Performance Indicators*

LAC – Liquidador y Administrador de Cuentas

MADS – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

MAE – Mercado Anónimo y Estandarizado de contratos

MEM – Mercado de Energía Mayorista

MME – Ministerio de Minas y Energía

MW – *Mega-watts*

ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible

OECD – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OEF – Obligación de energía firme

ONU – Organización de las Naciones Unidas

OR – Operador de Red

PMBOK – *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*

PMI – *Project Management Institute*

PMO - Oficina de Dirección de Proyectos

PND – Plan Nacional de Desarrollo

PNUD – Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

PPA – *Power Purchase Agreement*

SDL – Sistemas de Distribución Local

SEF – *Strategic Execution Framework*

SGR – Sistema General de Regalías

SIN – Sistema Interconectado Nacional

SMART – *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*

SSPD – Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

STN – Sistema de Transmisión Nacional

STR – Sistema de Transmisión Regional

TdR – Términos de Referencia

TIR – Tasa Interna de Retorno

TG – Trabajo de Grado

UPME – Unidad de Planeación Minero-Energética

USAID – Agencia de los Estados para el Desarrollo Internacional

UNODC – *United Nations Office on Drugs and Crime*

VPN – Valor Presente Neto

ZNI – Zonas No Interconectadas

RESUMEN

El presente Trabajo de Grado (TG) es el resultado del ejercicio investigativo llevado a cabo bajo el nombre "Identificación de factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del Sistema Interconectado Nacional (SIN)", desarrollado dentro del programa de Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito; con el propósito principal de contribuir con el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, a través de la implementación de proyectos fotovoltaicos en el SIN que favorecen la meta del plan energético del Gobierno en materia de incremento de la capacidad instalada en energías renovables.

Esta meta está explícita en el actual Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022, como muestra tácita del compromiso adquirido en el Acuerdo de París COP21 y, alrededor del cual, han surgido diversas leyes y normativas que buscan promover la incursión de las energías renovables en Colombia; en especial la fotovoltaica teniendo en cuenta el potencial energético del país y su crecimiento alrededor del mundo. No obstante, el porcentaje de participación de este recurso en la matriz energética aún es bajo comparado con la región y otros países con un potencial similar; el número de proyectos con tecnología fotovoltaica que logran implementarse después de pasar por un proceso de formulación ante la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) sigue sin ser representativo. Por tal razón, surge la necesidad de identificar aquellos factores que deben tenerse en cuenta en las fases de alineación y formulación de los proyectos fotovoltaicos que les facilitará su incursión al SIN y la consecución de los resultados esperados.

La investigación inicia con una etapa donde se establece el marco teórico sobre: sistema fotovoltaico, alineación, formulación y factor de éxito. Luego, en la segunda etapa (estado del arte) se exponen los factores que ya han sido identificadas por otros autores en las fases de alineación y formulación de los proyectos fotovoltaicos (FVs) enmarcándolos en los contextos de: mercado, legal y regulatorio, ambiental, técnico y tecnológico, financiero y administrativo.

En la tercera etapa se obtiene una visión global de los factores incluidos en la práctica colombiana a nivel de alineación y formulación de los proyectos FV a través de un componente cualitativo y otro cuantitativo. El cualitativo, consiste en la aplicación de una entrevista a 5 actores del sector, que han desarrollado proyectos FVs en Colombia, tanto a nivel de generación inyectada a la red, es decir, proyectos de generación eléctrica cuya energía se entrega al SIN, como de autogeneración.

Con la entrevista se busca identificar en primer lugar, cuáles son los resultados que las organizaciones pretenden obtener con este tipo de proyectos; y en segundo, cómo los consiguen desde los procesos en la alineación y desde los diferentes estudios desarrollados (mercado, ambiental, técnico, administrativo, financiero y legal) en las etapas de prefactibilidad y factibilidad en la fase de formulación.

El componente cuantitativo consiste en la aplicación de una encuesta a 155 actores encargados del desarrollo de proyectos FVs dentro de sus organizaciones, y que actualmente, tienen proyectos registrados y vigentes ante la UPME; de esta muestra se obtienen 37 respuestas. En la encuesta se indaga acerca de los procesos incluidos dentro de la fase de alineación de sus proyectos, haciendo énfasis en el proceso de definición y documentación de los objetivos, el involucramiento de los interesados y el compromiso esperado por parte del equipo que se encarga de su desarrollo; dentro de la fase de formulación, se consulta sobre variables y factores que influyen en la consecución de los resultados esperados desde los diferentes estudios.

En la cuarta etapa se procede con el análisis de la información obtenida de la revisión de la literatura, de las entrevistas y las encuestas, se condensan los resultados en 102 hallazgos que son insumo para la obtención de 34 conclusiones. Dentro de los principales hallazgos, se encuentran variables claves para la alineación tales como: la comunicación, el compromiso, el enfoque verde en las estrategias organizacionales y la alineación con metas de desarrollo nacionales e internacionales; a nivel de formulación, las variables que favorecen la viabilidad de los proyectos fotovoltaicos son: los incentivos tributarios otorgados por el Gobierno, el alto potencial energético del país y la masificación de esta tecnología que ha reducido el costo de los componentes.

Las conclusiones giran en torno a la coincidencia entre lo que dice la teoría y lo aplicado en la práctica colombiana. De esta manera, se corrobora que: 1. Es importante establecer planes de seguimiento y control sobre los objetivos del proyecto para garantizar su cumplimiento; 2. La implementación de planes de responsabilidad social es necesaria para hacer sostenibles los proyectos; y 3. Las variables decisivas para determinar la factibilidad de un proyecto fotovoltaico son: el recurso, el costo de la energía transada (preferiblemente a través de contratos de largo plazo) y los incentivos tributarios otorgados por el Gobierno.

Finalmente, en la quinta etapa, con base en las conclusiones se establecen 38 factores de éxito que el equipo del TG propone; éstos son sometidos a un proceso de verificación con tres expertos: uno teórico en temas de alineación y formulación, y otros dos en la industria fotovoltaica. Se obtienen

como factores de éxito desde la alineación, la importancia del involucramiento temprano y compromiso de los principales interesados, la documentación de objetivos, el empoderamiento del usuario final y la alineación con los planes de desarrollo del PND y de la Organización de Naciones Unidas (ONU); con respecto a las iniciativas para combatir el cambio climático.

Desde la formulación, se obtienen factores de éxito en temas técnicos, tales como: la cercanía al punto de conexión, especialmente, para aplicaciones de generación inyectada a la red, las características del área y del terreno deseado para la instalación de los paneles. En temas ambientales se evidencia la necesidad de trabajar en conjunto con las comunidades de influencia para garantizar la implementación del sistema y de contar con expertos que realicen detallados estudios de impacto ambiental para reducir el riesgo. A nivel financiero se recalca la necesidad de aplicar a los incentivos tributarios que permiten el cierre financiero del proyecto. En temas de mercado se resalta la comercialización de la energía a través de acuerdos de compra de largo plazo. Finalmente, a nivel administrativo, los factores de éxito se enfocan hacia la conformación de estructuras organizacionales que vayan acorde con la actividad principal del negocio; sin embargo, si las organizaciones desarrollan proyectos FVs como una alternativa a su actividad principal, es importante primero, que esté acorde con la estrategia de la organización, y segundo, que haya una oficina de proyectos que además de garantizarle esto, le permita a la compañía crecer y optimizar recursos.

INTRODUCCIÓN

La energía solar fotovoltaica (FV) ha surgido como una alternativa de generación eléctrica limpia, que busca, hacerle frente al cambio climático. Su crecimiento ha sido evidente en todo el mundo gracias al Acuerdo de Paris, principalmente porque comprometió a diversos países a reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO2), y Colombia, a pesar de no ser un gran contribuyente de esta emisión, no es ajeno al cambio climático. Por ello, desde el momento en que firmó el acuerdo, ha expedido normativas que promueven la implementación de proyectos con tecnologías renovables.

El punto de partida fue la Ley 1715 de 2014, en la que se expusieron beneficios tributarios a las organizaciones que desarrollaran este tipo de proyectos. A partir de ese momento, las iniciativas para implementarlos han ido en aumento; sin embargo, su materialización no ha avanzado a la velocidad esperada por diversas razones, desaprovechando así, el potencial energético del país y retrasando el cumplimiento del objetivo nacional de aumentar la capacidad instalada en tecnología solar y eólica. Por esta razón, surge la necesidad de indagar por aquellos factores, desde las fases de alineación y formulación, que puedan llegar a facilitar la implementación de proyectos fotovoltaicos en Colombia y la consecución de los resultados esperados, los cuales permiten que sean sostenibles en el tiempo.

En consecuencia, el presente TG desarrollado dentro del programa de Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, busca brindar pautas a las empresas interesadas en desarrollar proyectos FVs, sobre los factores a considerar durante las fases de alineación y formulación que aumentan la probabilidad de incursionar en el SIN y obtener los resultados esperados ; alineados con las metas del Plan Nacional de Desarrollo y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para llegar a dicha identificación, el TG inicia con una caracterización de la problemática, seguida por el marco teórico de los conceptos esenciales: sistemas fotovoltaicos, factor de éxito, alineación y formulación, después se establece el estado del arte de los proyectos FVs en Colombia, involucrando las fases de alineación y formulación como tema central del TG, también se presenta la metodología empleada y los resultados obtenidos estructurados en hallazgos y conclusiones, que permiten identificar los factores de éxito en las fases de alineación y formulación, luego de pasar por un proceso de verificación por parte de expertos.

1. PROPÓSITO DEL TRABAJO DE GRADO

El propósito de este TG es contribuir con el aumento del aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica para fines de generación de electricidad en Colombia a través de la entrada de proyectos FVs al mercado. Para ello se identifican los factores que, desde las fases de alineación y formulación, facilitan la consecución de los resultados esperados a nivel de producto (incursión al SIN y cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema FV), de efecto (materialización de la estrategia organizacional) e impacto (contribución con las metas del Plan Nacional y los Objetivos de Desarrollo Sostenible).

Adicionalmente, el TG contribuye a los objetivos estratégicos de organizaciones involucradas con proyectos fotovoltaicos, tal como se menciona en la Tabla 1.

Tabla 1.
Alineación del Trabajo de Grado

INSTITUCIÓN	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO
Organización de las Naciones Unidas (ONU)	ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.	Brindar pautas a las empresas desarrolladoras para facilitar la implementación de proyectos fotovoltaicos que garantizan energía sostenible, combaten el cambio climático y convierte a las ciudades en lugares más sostenibles.
Departamento Nacional de Planeación (DNP) - Plan	Promover políticas y proyectos de inversión pública, brindando	Referente a tener en cuenta para la formulación de políticas que promuevan la

Nacional de Desarrollo (PND)	seguimiento y control a los mismos (DNP, 2016). Aumentar la capacidad instalada en proyectos de energía eólica y solar	inversión en proyectos fotovoltaicos y faciliten la implementación de estos.
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	Contribuir a las necesidades del entorno e identificar las oportunidades de desarrollo a través de los proyectos que se desarrollen en la institución (ECI, 2018).	Herramienta de conocimiento de interés nacional, identificando factores de éxito en las fases de alineación y formulación de los proyectos.
Ministerio de Minas y Energía (MME)	Formular y adoptar proyectos encaminados al cumplimiento de las políticas del Gobierno Nacional (MME, 2019).	Promover los proyectos solares fotovoltaicos que contribuyan con el cumplimiento de la meta nacional
Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)	Desarrollar la planeación integral del sector a través de evaluaciones, diagnósticos y planes. (UPME, 2019b).	Referente para impulsar el desarrollo de los proyectos de manera exitosa desde las fases de alineación y formulación
SER Colombia	Apoyar y promover el desarrollo de las energías renovables en Colombia, así como la matriz energética, impulsando las energías renovables (SER, 2017)	Promover la inclusión de la energía fotovoltaica en el SIN

Nota: Elaboración propia

2. PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

Con el fin de evidenciar la pertinencia del presente TG, se presenta a continuación la problemática encontrada y la justificación de este:

2.1. Planteamiento del problema

El calentamiento global es una realidad (García Arbeláez, Vallejo, Higgings, & Escobar, 2016), de la cual, el sector eléctrico ha sido uno de los principales contribuyentes por sus emisiones de CO2 (IEA, 2018) al usar combustibles fósiles convencionales para la generación de energía eléctrica (Corredor, 2018). Razón por la cual, es necesario desarrollar y emplear tecnologías que permitan aprovechar los recursos renovables para este fin, ya que resuelven dicho problema ambiental (S. Cortés & Arango, 2017) y solventan el inconveniente que presentan los recursos no renovables, con relación a su condición finita y a la escasez cada vez mayor de estos (Jimenez, 2011).

Desde el año 2016, China, Estados Unidos e India son países referentes donde la participación de las energías renovables ha tenido mayor crecimiento; especialmente la solar fotovoltaica, que alcanza a representar casi el 50% de la capacidad total instalada de energías renovables (IEA, 2016); mientras que en Colombia, el porcentaje total de las Fuentes de Energía Renovable No Convencionales (FERNC) dentro de la capacidad instalada es aproximadamente el 1% (BID, 2020), un porcentaje bajo para el potencial solar con el que cuenta el país (Gómez, Murcia, & Cabeza, 2017). Varios son los inconvenientes que presentan la implementación de este tipo de proyectos en Colombia, principalmente en relación con la alteración del paisaje (UPME, 2015), sin embargo, es mayor el beneficio a nivel ambiental si se logra reducir en un 18,8% las emisiones de CO2 (Hernandez et al., 2014). Adicionalmente, acorde con Ñustes y Rivera (2017), un marco regulatorio débil también trae como consecuencia la poca participación de las FERNC, lo cual impide que sean competitivas (Jimenez, 2011).

El Gobierno colombiano sigue haciendo esfuerzos para promover la implementación de este tipo de proyectos en la matriz energética (SER Colombia, 2017a), conscientes de los beneficios que traería para el país en materia: a) social, ya que una de sus aplicaciones será llevar energía a lugares remotos donde es difícil suministrar este servicio y así mejorar la calidad de vida de esta población (Serrano-Guzmán et al., 2017); b) ambiental, porque de no implementar medidas de mitigación, las emisiones podrían aumentar cerca del 50% en 2030 (García Arbeláez et al., 2016); y c) económico, ya que al existir una alta dependencia del recurso hídrico, cuya disponibilidad baja en

épocas donde ocurre el fenómeno del niño, pone en riesgo el suministro de energía en el país (Ñustes & Rivera, 2017) y aumenta las tarifas para el consumidor final.

Por esta razón, y de acuerdo con las metas planteadas en el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022) de aumentar la capacidad de generación con energías limpias (eólica y solar) en 1.500 MW frente a los 22.4 MW existentes para el 2017, el Gobierno planea expedir la regulación técnica y ambiental faltante para el desarrollo de estas fuentes (PND, 2018), reiterando su compromiso adquirido en el Acuerdo de París en diciembre de 2015 con relación a las energías renovables: gestión eficiente de la energía y reducción de gases de efecto invernadero.

Pese a estos faltantes, los datos demuestran un creciente número de iniciativas con fuentes renovables registradas ante la UPME, especialmente luego de la expedición de la Ley 1715 de 2014. En el caso específico de la solar, las cifras se muestran en la Figura 1, representando un aumento de más del 200% en los últimos cinco años (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

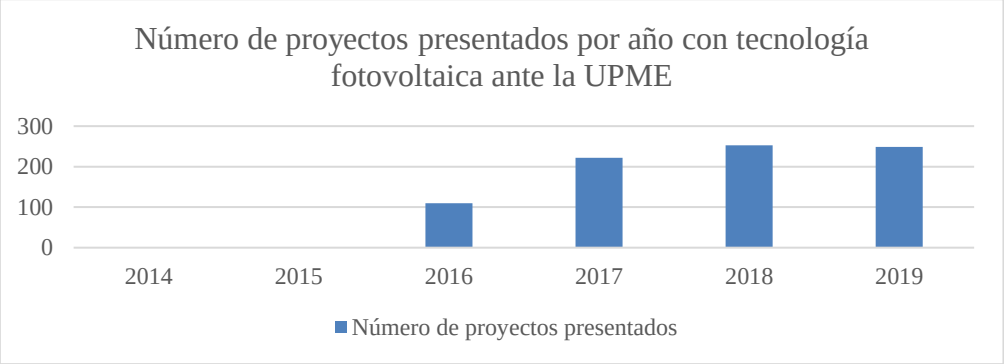

Figura 1. Proyectos fotovoltaicos registrados ante la UPME. Elaboración propia con base en (Departamento Nacional De Planeación, 2018)

Sin embargo, no todas las iniciativas llegan a materializarse. Antes de ello es necesario que pasen por un proceso de registro ante la UPME de tres fases, que se encuentra detallado en el Anexo A; en el cual se exige una serie de documentos con el fin de acceder a los incentivos de la Ley 1715 de 2014.

Para febrero de 2019, se encuentran vigentes 392 proyectos solares, de los cuales 292 se encuentran en fase I (Prefactibilidad), 93 en fase II (Factibilidad) y 7 en fase III (diseños finales y cronograma) (UPME, 2019a); que el proyecto se encuentre en la fase final, indica que cuenta con todos los permisos para su incursión al SIN pero no garantiza que haya entrado en fase de ejecución. Además, estas cifras no demuestran el impacto esperado en términos de implementación de nuevos proyectos dentro de la matriz energética colombiana (Ardila, 2019).

Por ello, la pregunta de investigación a la cual responde el presente TG es: ¿Cuáles factores, presentes en las fases de alineación y formulación de los proyectos fotovoltaicos facilitan su incursión al Sistema Interconectado Nacional y la obtención de los resultados esperados?

Cabe destacar que los factores resultantes del TG no buscan que los proyectos FVs lleguen a fase III; pretenden maximizar la probabilidad de incursión al SIN y la consecución de los resultados esperados por el producto del proyecto.

Para mayor entendimiento de la problemática, ver el Árbol de Problemas desarrollado en el Anexo B del presente documento.

2.2. Justificación del problema

Teniendo en cuenta el crecimiento de iniciativas a partir de la energía fotovoltaica alrededor del mundo, y, en especial en Colombia, resulta ser de interés nacional, observar el contexto del país en esta materia, las facilidades que existen para implementar este tipo de proyectos, así como las barreras actuales, con el fin de evaluar la pertinencia de ejecutar o no un proyecto fotovoltaico y en qué condiciones. Si bien las iniciativas por parte del Gobierno colombiano dan cuenta de su interés en promover la participación de las energías renovables dentro de la matriz energética, en la práctica, solo el 5% de la canasta energética es de Fuentes de Energía Renovable No Convencionales (FERNC) (Ardila, 2019).

No obstante, los esfuerzos se siguen realizando, teniendo en cuenta el compromiso adquirido por Colombia en el Acuerdo de Paris COP2021 de disminuir las emisiones de Dióxido de Carbono (CO2), reduciendo el uso del carbón en los procesos de generación de energía eléctrica. Adicionalmente, expertos e inversionistas se han interesado en el desarrollo de proyectos de FERNC debido al potencial energético del país en términos de recursos renovables como sol y viento para su aplicabilidad en la generación de energía eléctrica (SER Colombia, 2017a) propiciando recursos para tal fin; de esta manera, se favorece la transición energética del país, se aumenta la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica al reducir la dependencia del recurso hídrico, y se contribuye con las metas del Gobierno de aumentar la capacidad instalada en proyectos fotovoltaicos y eólicos.

Según lo anterior, la justificación principal del TG es:

Necesidades por satisfacer:

- Optar por fuentes de energías limpias para la transición energética esperada en el país (Cortés, et al., 2020)

- Reducir la dependencia del sector energético colombiano de la fuente hídrica por fenómenos como el niño (Cortés & Arango, 2017)
- Elevar la tasa de crecimiento de la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica que aún no es notoria (Velasco, 2019)
- Ampliar la capacidad instalada para atender la creciente demanda. (Velasco, 2019)

Exigencias por cumplir:

- Reducir la huella de carbono por la cantidad de impactos que ocasiona el cambio climático (IPCC, 2014)
- Suplir la demanda energética por escasez de recursos no renovables (Ramírez, et al., 2017)
- Atender el consumo de la demanda, al menos en un 8 o 10%, con fuentes de energía renovables no convencionales (MME, 2019)

Problemas por resolver:

- Primacía del sector eléctrico como mayor productor de CO2 (IEA, 2018)
- Escasez de los recursos convencionales (Jimenez, 2011)
- Baja competitividad de las fuentes de energía renovables no convencionales (Jimenez, 2011)

Oportunidades por aprovechar:

- Incremento del interés de inversión en proyectos FV al generar menor impacto ambiental. (SER Colombia, 2017a)
- Promoción por parte del Gobierno para el aumento en la capacidad instalada de tecnología solar y eólica. (Departamento Nacional De Planeación, 2018)
- Posición geográfica de Colombia favorable para el aprovechamiento de esta tecnología (Gómez, et al., 2017)
- Aumento de la inversión por parte de privados en proyectos de energías renovables. (Velasco, 2019)
- Aumento de la demanda. (Velasco, 2019)

3. OBJETIVOS

A continuación, se enuncian los objetivos que persigue este TG para el desarrollo de la investigación en materia de proyectos fotovoltaicos en Colombia en las fases de alineación y formulación:

3.1. Objetivo general

Identificar factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos para su incursión al Sistema Interconectado Nacional.

3.2. Objetivos específicos

1) Establecer el marco teórico de los principales conceptos a tratar en el TG: sistema fotovoltaico, factor de éxito, alineación y formulación.
2) Identificar el estado del arte de proyectos fotovoltaicos en Colombia en sus fases de alineación y formulación.
3) Recopilar la información del entorno colombiano, en lo que respecta a los procesos llevados a cabo dentro de las fases de alineación y formulación de proyectos FV, a través del diseño y aplicación de un instrumento de investigación.
4) Analizar los factores que influyen en la viabilidad de los proyectos FVs desde el punto de vista de la literatura y los expertos del sector.
5) Generar y verificar un listado de los factores de éxito aplicables en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos que les permiten su incursión al SIN y la consecución de los resultados esperados.

4. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se busca establecer el marco conceptual de los principales términos que se tratan a lo largo del TG y cuya definición es clave para el correcto entendimiento de la investigación. Entre ellos se encuentran: Energía Solar Fotovoltaica, Factor de Éxito, Alineación y Formulación.

4.1. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es catalogada como una energía renovable no convencional, ya que su recurso, el sol, se caracteriza por su disponibilidad y recuperación en el tiempo (Herrera, 2018); en ella se utiliza como fuente, la radiación solar, que llega a la tierra para que a través de unos elementos denominados paneles solares, se haga la conversión a energía eléctrica. (J. López & López, 2017); estos paneles están compuestos por celdas fotovoltaicas con materiales que, a la exposición de la luz solar, usan calor y luz para separar los electrones y generar un flujo de corriente mediante el efecto fotovoltaico (FV).

4.1.1. Aplicaciones sistemas solares fotovoltaicos

De acuerdo con la aplicación y el funcionamiento del conjunto de paneles, los sistemas de generación se pueden clasificar en sistemas aislados o conectados a la red; los primeros son independientes del sistema interconectado nacional, mientras que los segundos permiten entregar energía a la red pública. (Cortés et al., 2020). Estos sistemas están siendo usados como complemento de la energía convencional para satisfacer las necesidades energéticas con opción de entregar el excedente producido a la red. (J. López & López, 2017).

4.1.2. Componentes de los sistemas fotovoltaicos

Los sistemas interconectados se componen de los elementos indicados en la Figura 2.

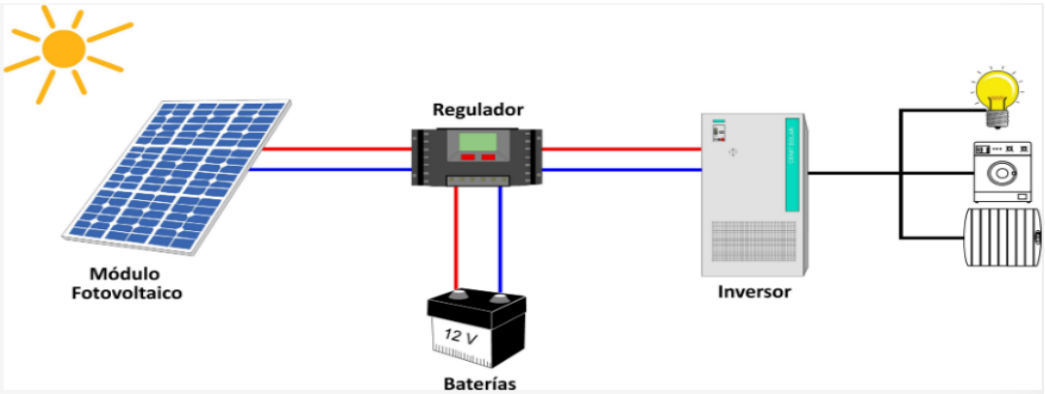

Figura 2. Componentes de un Sistema Fotovoltaico. CENITSOLAR (2020). Recuperado de http://www.cenitsolar.com/fotovoltaica_esquema.php

a. Panel solar: Conformado por un conjunto de celdas solares que se instalan sobre un marco de aluminio para transformar la luz solar en energía eléctrica a través de un efecto fotoeléctrico (Carmona López, Vidal Santo, Martínez López, Conde, & Tinoco Magaña, 2016).
b. Regulador o controlador solar: Evita que exista una sobrecarga en el sistema al regular la corriente que suministra el panel solar. (Carmona López et al., 2016).
c. Acumuladores o baterías: Almacenan la energía cuando no ha sido usada y así garantizar que esté disponible durante la noche. (Carmona López et al., 2016).
d. Inversor: Convierte la corriente directa generada por los paneles en corriente alterna para su distribución a través de la red con la magnitud y frecuencia deseadas. (Cortés et al., 2020).

4.2. Factor de éxito

Con el fin de establecer el marco referencial aplicable al presente TG en lo que respecta al término "factor de éxito", se presentan no solamente su definición sino también su injerencia en el éxito de los proyectos. Para la construcción del significado de este concepto, se citan las definiciones encontradas, así como su diferencia con "criterios de éxito" y "factores críticos de éxito", para finalmente definir factor de éxito en las fases de alineación y formulación

4.2.1. Definición factor de éxito

Primero, es importante hacer la distinción entre los factores de éxito y los criterios de éxito debido a que ambos términos están asociados al éxito del proyecto, pero tienen diferentes significados. Liam y Mohamed (1999) definen "criterio" como: "*un principio o estándar por el cual cualquier cosa es o puede ser juzgado*" (pg., 243); mientras que "factor" es: "*cualquier circunstancia, hecho o influencia que contribuyen a un resultado*" (pg., 243); y finalmente, "factor de éxito" lo definen como: "*fuerzas de influencia que pueden facilitar o impedir el éxito del proyecto*" (pg., 243).

Por otro lado, el término factor de éxito según Cooke y Davies (2002), hace referencia a los *"elementos que contribuyen a alcanzar el éxito en un proyecto"* (pg. 185), mientras que los criterios de éxito son *"la medida por la cual el éxito de un proyecto es definido"* (pg. 185); partiendo del hecho de que, el propósito de TG no es brindar parámetros que determinen el éxito o no de un proyecto FV, sino los elementos que contribuyen con este, el término "criterio de éxito" no es aplicable a este TG.

Ahora bien, teniendo en cuenta que, según López (2015), el término factor de éxito se basa en un juicio subjetivo, es necesario analizar diferentes significados sobre factor de éxito avalados en investigaciones anteriores, las cuales se encuentran en la Tabla 2 para determinar cómo se define dentro de este TG.

Tabla 2.
Definición factor de éxito por autores

AUTOR	DEFINICIÓN
Cooke & Davies (2002)	Aquellos *inputs* al sistema de gestión que llevan al éxito del proyecto o el negocio, ya sea directa o indirectamente.
Hadjinicolaou & Dumrak (2017)	Son los que ayudan a las organizaciones a incrementar su capacidad de entregar la implementación completa del proyecto
Dvir, Lipovetsky, Shenhar, & Tishler (1998)	Son los que influyen en el éxito del proyecto
Alias, Zawawi, Yusof & Aris (2014)	Se consideran como una de las formas vitales para mejorar la efectividad de la entrega del proyecto
Costantino, Di Gravio & Nonino (2015)	Son las palancas que pueden conducir al éxito del proyecto. Dependiendo de la industria, los gerentes de proyecto identifican el conjunto de factores de éxito más oportuno para implementar y satisfacer los requerimientos de los interesados
Gudienė, Banaitis, Banaitienė, & Lopes, J. (2013)	Son una herramienta para medir el rendimiento en una organización para lograr su misión
Liu (2015)	Los factores críticos de éxito (FCE) son un número limitado de áreas clave, en las cuales los resultados favorables son absolutamente

	necesarios para alcanzar las metas. (Rockart, 1980)
Napitupulu & Sensuse (2014)	Los *Critical Sucess Factors* (CSF) definen el número limitado de áreas en las que los resultados satisfactorios asegurarán el rendimiento competitivo exitoso para el individuo, departamento u organización. De esta manera los CSF son aquellas áreas clave donde las cosas deben marchar bien para que el negocio prospere y se logren los objetivos
López, Morales, Toledo & Delgado (2015)	Son variables para tener en cuenta antes y durante la realización de un proyecto, ya que aportan información valiosa para alcanzar las metas y objetivos de la empresa
Rougan (2015)	Son las áreas críticas que la organización debe cumplir para lograr su misión mediante el examen y categorización de sus impactos
García (2014)	Los FCE son las áreas clave de la organización, que, de gestionarse de forma adecuada, garantizan la mejora de la competitividad y la excelencia empresarial (Kanji, 1998)
Vásquez (2014)	Los FCE se refieren a los objetivos comprometidos dentro del Plan Estratégico como aquellos objetivos que deben cumplirse obligatoriamente para garantizar el éxito de la implementación
Rodríguez, Ardila & Riaño (2016)	Son áreas, aspectos o sucesos limitados de éxito que aseguran en gran medida un rendimiento competitivo. (Ferreras, 2010)

Wondimu, Hailemichael, Hosseini, Lohne, Torp, & Lædre (2016)	Son factores importantes cuyos impactos son substanciales para el desempeño del proyecto, dentro de la fase inicial mejorará la finalización exitosa del proyecto
Beleiu, Crisan, & Nistor (2015)	Se pueden percibir como variables principales que contribuyen al éxito de los proyectos (Dvir, 1998), como palancas que pueden ser operadas por los gerentes de proyecto para aumentar las posibilidades de obtener los resultados deseados (Westerveld, 2003). Una combinación de factores determina el éxito o el fracaso de un proyecto y la influencia de estos factores en el momento adecuado hace que el éxito sea más probable (Savolainen, 2012)

Nota: Elaboración propia

Dentro de las definiciones mencionadas, se encuentra que también existen factores críticos de éxito; estos tienen la particularidad de ser factores de éxito necesarios para que los objetivos de la organización se cumplan (Fernández, 2014), teniendo en cuenta que dentro del alcance del TG, los factores identificados facilitan no solo la materialización de la estrategia organizacional sino también el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema FV y la consecución de las metas de desarrollo nacional y los ODS, el presente TG no se limita al término "factor crítico de éxito". el término "factor crítico de éxito" tampoco es aplicable a este TG.

Es importante aclarar, que no se incluye el detalle de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema FV, sin embargo, se hace claridad que los requerimientos funcionales son aquellos que definen la capacidad con la que debe contar el sistema FV y los requerimientos funcionales son los que definen qué debe tener o cómo debe verse; no se llega al detalle en el TG del sistema FV porque dependiendo de las características que desean los patrocinadores, puede variar de un sistema a otro.

Se propone una definición inicial para el término factor de éxito, para la cual, se realiza su respectiva verificación con dos expertos egresados de la Escuela Colombiana de Ingeniería de la Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, cuyo TG es una Enciclopedia sobre los factores de éxito en la Gerencia de Proyectos.

De dicha verificación, se obtiene que: los factores de éxito son variables que contribuyen al éxito del producto del proyecto (Dvir, 1998), siendo palancas que pueden ser operadas por la organización, al identificar el conjunto de factores más oportuno para implementar y aumentar las posibilidades de obtener los resultados deseados (Constantino, 2015). La combinación adecuada de estos componentes determina el éxito o el fracaso del producto del proyecto y la influencia de estos en el momento adecuado hace que el éxito sea más probable (Beleiu, 2015).

4.2.2. Éxito en los proyectos

Partiendo de la definición de factor de éxito como variable influyente en el éxito del proyecto, resulta necesario definir: ¿qué es un proyecto exitoso?

El PMBOK (PMI, 2017) indica que el *"éxito de un proyecto se mide con relación a sus objetivos y criterios de éxito*" (PMI, 2017a, pg 547); objetivos que son establecidos desde la fase de alineación del proyecto, y que para ello, la oficina de dirección de proyectos (PMO, por sus siglas en inglés), u otra área dentro de la organización, evalúa la puesta en marcha del producto del proyecto, y después de determinado tiempo, valida si los resultados de éste cumplen con los objetivos del negocio y si la organización logra pasar del estado actual a un estado futuro, que conduce al alcanzar algún objetivo específico (PMI, 2017a, pg 547).

En otras palabras, el éxito se alcanza cuando el producto y el proyecto cuentan con una calidad esperada, dentro del tiempo determinado, con el presupuesto asignado y el grado de satisfacción del cliente (PMI, 2017); es decir, el éxito no sólo implica el cumplimiento de la triple restricción en la gerencia (alcance, tiempo y costo), incluye también, el cumplimiento de la calidad del producto del proyecto acorde con los requerimientos establecidos en las fases de alineación, formulación del proyecto.

Con base en esto, los factores identificados en el presente TG buscan garantizar que los proyectos FV estén correctamente alineados y formulados para maximizar la probabilidad de éxito en los proyectos, más no aseguran que el proyecto sea exitoso ya que, para determinarlo, se deben evaluar las otras fases de su ciclo de vida e incluir la operación del producto del proyecto; fase en la cual,

se obtienen realmente los resultados, de esta manera, tampoco se incluye la evaluación económica y social de los proyectos FVS al incluirse en una fase posterior a las que se indican en el TG.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2009) por su parte, argumenta que para los proyectos, existen cuatro áreas a las cuales se les debe prestar mayor atención con el fin de aumentar las probabilidades de éxito:

1. La Planificación y definición del proyecto: Los objetivos y el alcance deben definirse y clarificarse adecuadamente para evitar inconvenientes a la hora de la implementación del proyecto.
2. Participación de las partes interesadas: Es crucial que existan altos niveles de compromiso por parte de los interesados (usuarios, clientes, equipos de trabajo, entre otros).
3. Comunicación: Una buena comunicación permite una aceptación más fuerte de las partes interesadas, además, brinda mayor claridad dentro del equipo de trabajo en cuanto a roles y responsabilidades, expectativas, y permite comunicar la información sobre los avances y el desempeño. La claridad en la comunicación asegura el uso óptimo de recursos.
4. Seguimiento y evaluación: Los proyectos que realizan seguimiento y evaluación de manera rigurosa, hace que se detecten los problemas con anterioridad, y así reducir la probabilidad de incurrir en mayores costos o retrasos considerables.

Tanto la planificación como el seguimiento y control dentro de los proyectos permite que la probabilidad de éxito aumente, debido a que la planificación conduce a centrarse en los resultados que importan, mientras que en el seguimiento y evaluación se aprende de los éxitos y retos ocurridos para tomar decisiones acertadas que conduzcan a mejorar la vida de las personas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2009).

4.3. Gestión Basada en Resultados

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en su búsqueda por apoyar el cumplimiento de los ODS, ha publicado un manual que invita a las organizaciones a ser más claros respecto a los resultados que buscan obtener, incentivándolas a establecer resultados que realmente contribuyan con el desarrollo humano y brindándoles herramientas para establecer estrategias que las ayuden a conseguirlos.

Teniendo en cuenta que los proyectos fotovoltaicos generan beneficios para el individuo, la sociedad y el medio ambiente, tales como: generación de empleo y capacitación de personal (Morante, Mocelin, & Zilles, 2006), menor contaminación por la reducción de combustión diésel (Martin & Acuña, 2016), costos más bajos por incentivar la oferta de energía fotovoltaica, mayor independencia energética al permitir que cualquier persona o empresa pueda generar este tipo de energía (Gómez Ramírez, 2016) , cobertura a un número mayor de hogares localizados en distintas zonas del territorio mediante una generación distribuida, entre otros, los proyectos FVs pueden ser considerados de desarrollo y su gestión puede basarse en lo que el PNUD identifica como la Gestión Basada en Resultados (GBR), según la cual, el resultado final de un proyecto debería reforzar el énfasis en los cambios de desarrollo de una sociedad y mejoras reales en la vida de la gente (PNUD, 2009).

El PNUD define a la GBR como "*una estrategia general de gestión cuyo objetivo es lograr un mejor desempeño y resultados demostrables*" (PNUD, 2009, pg 10); es decir que, independientemente de cómo se lleve a cabo el proyecto o programa, con este enfoque se debe asegurar que al momento de su finalización, los resultados esperados realmente hayan sido alcanzados. Y según el alcance, dichos resultados pueden ser a nivel de: a. Producto, que responde a la pregunta de ¿qué se quiere obtener con el proyecto?; b. Efecto e c. Impacto, que obedecen a la pregunta ¿por qué se quiere realizar dicho proyecto?; la diferencia entre ellos radica en que el primero hace referencia a los efectos a corto y mediano plazo de los productos obtenidos, y por impacto se entiende como aquellos cambios que representan mejoras reales en las vidas de las personas.

Según este mismo documento, para asegurar la obtención de los resultados esperados, debe haber una definición de manera realista de dichos resultados y posteriormente seguir el progreso hacia el logro de ellos; es decir, resalta la importancia de la fase en la que se definen los resultados porque en ella se marcará el rumbo del proyecto y éste debe estar preconcebido hacia un punto alcanzable (PNUD, 2009). Por lo anterior, el manual del PNUD aconseja realizar la planificación de los resultados empezando por los impactos, los de mayor alcance, siguiendo por los efectos, y así identificar los productos que se requieren para alcanzar dichos efectos e impactos.

4.3.1. Declaración de Impacto

Los impactos se definen como *"cambios intencionados o reales en el desarrollo humano medidos en términos de bienestar de las personas. Los impactos generalmente captan cambios en la vida*

de la gente" (PNUD, 2009, pg 54). La declaración del impacto indica la importancia del trabajo realizado en el proyecto y cómo puede llegar a impactar en las partes interesadas.

Para el presente TG, los impactos se traducen en cambios políticos, ambientales, económicos y/o sociales que se ven reflejados a través de los proyectos FVs, dentro de los cuales están: cambio en la matriz energética, reducción de emisión de gases de efecto invernadero y reducción en el precio del kW/h; los cuales generan bienestar para toda la nación y además favorecen el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del país y los ODS.

4.3.2. Declaración de Efecto

Para el caso de los efectos, se definen como "*cambios intencionados o reales en las condiciones de desarrollo que las intervenciones buscan apoyar"* (PNUD, 2009, pg 54), dichas intervenciones se definen como el Gobierno y otras partes interesadas. Estos efectos permiten tener una visión del cambio que se espera.

Para el presente TG, efecto es aquel resultado que favorece el desarrollo de las organizaciones interesadas, llámese entidad privada o pública, en la implementación de proyectos fotovoltaicos, al contribuir con la materialización de los objetivos y la estrategia organizacional. En el tema puntual de los proyectos FVs; los principales efectos que pueden generar son: la obtención de una rentabilidad esperada por ahorros en el gasto energético a través del acceso a beneficios tributarios o por la venta de bonos de carbón, mejoramiento de la imagen corporativa, entre otros.

4.3.3. Declaración de Producto

La PNUD define los productos como los "*resultados de desarrollo a corto plazo generados por los proyectos y otras actividades*" (PNUD 2009, pg 56), también es importante saber cómo definirlos dentro del trabajo de grado para que conduzcan a los efectos e impactos de manera clara.

Para el presente TG, el producto obedece al sistema FV instalado y operando y, dependiendo de su aplicación, puede ser para autoconsumo o para generación inyectada a la red, siguiendo los parámetros de calidad esperados. Las variables que se identifiquen como factor de éxito a nivel de producto, aportan al cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema FV.

4.4. Alineación estratégica

Esta fase del ciclo de vida de los proyectos es la que busca el *"modo en que los beneficios del proyecto apoyen y se alineen con las estrategias de la organización"*(PMI, 2017a, pg 546),

generando así la unión entre el ser y qué hacer de la compañía, logrando mantener la ventaja competitiva con la que cuenta . (Bautista, 2017).

Para esta fase, los objetivos que se buscan alcanzar son:

- *Desarrollar la propuesta de forma sistematizada, estructurada, lógica y ordenada, coherente con el entorno que lo rodea*. (Gil & Velasco, 2015, pg 42)
- *Definir una estrategia alineada a la organización existente o a la que será creada para la ejecución y operación del proyecto, aportando al cumplimiento de los objetivos planteados*. (Gil & Velasco, 2015, pg 42)

Eljadue y Jiménez (2017), identifican tres tipos de alineación:

- Vertical: *Es el conjunto de programas y acciones que una organización realiza para lograr que sus colaboradores conozcan e incorporen la estrategia de la empresa.* (Eljadue & Jiménez, 2017, pg 36)
- Horizontal: *Busca compatibilizar los procesos con las necesidades y expectativas de los clientes. Para ello, las empresas definen la cadena de valor del negocio, identificando los productos clave y de soporte, y los integran con las necesidades y expectativas del cliente.* (Eljadue & Jiménez, 2017, pg 36)
- Integral: *Una visión compartida solo se logra cuando la estrategia, los procesos, los colaboradores y los clientes están completamente alineados.* (Eljadue & Jiménez, 2017, pg 36)

El *Strategic Execution Framework (SEF)* afirma que la organización debe considerar la alineación integral en aspectos como (Gómez, 2018):

- Ideación: *Asociado a aclarar y comunicar la identidad de la organización, su propósito e intenciones a largo plazo.* (Gómez, 2018. pg 34)
- Naturaleza: *Corresponde a alinear la estrategia con la cultura y estructura de la organización.* (Gómez, 2018. pg 34)
- Visión: *Corresponde a traducir la estrategia en objetivos y métricas claras, trazando una visión clara de dónde se está y a dónde se quiere llegar.* (Gómez, 2018. pg 35)
- Compromiso: *Está asociado a soportar la estrategia a través de flujo de inversiones en portafolio de proyectos, es decir, poner los recursos de la organización para trabajar por las prioridades estratégicas.* (Gómez, 2018. pg 35)

- Síntesis: *Se trata de monitorear y alinear continuamente los proyectos con la estrategia, es decir, ejecutarlos de acuerdo con el compromiso con el que fueron emprendidos.* (Gómez, 2018. pg 35)
- Transición: *Consiste en transferir el producto de los programas y proyectos a las operaciones de la organización.* (Gómez, 2018. pg 35)

4.5. Formulación

La formulación del proyecto es la fase en la que se da inicio a la concepción de la idea, tomando como base la identificación de una necesidad u oportunidad, así como la descripción de las características que tendrá el producto del proyecto; esto con el fin de cumplir con los requerimientos de los *stakeholders*. (Castillo Sánchez, 2004) (Córdoba Padilla, 2011) (Departamento Nacional de Planeación, 2019)

En la tabla 3, se hace una descripción de las etapas que conforman la fase de formulación, la cual tiene como fin realizar la delimitación de la problemática y seleccionar la mejor alternativa de solución. (Departamento Nacional de Planeación, 2019)

Tabla 3.
Etapas en la fase de formulación de proyectos

	ETAPA DE PREFACTIBILIDAD	**ETAPA DE FACTIBILIDAD**
Descripción	En esta fase, se hace un análisis detallado de las alternativas que se consideran más convenientes tomando como insumo la información disponible. En caso de requerir estudios complementarios de detalle, se deberá definir los requisitos y características de estos.	En esta fase, se profundiza el nivel de detalle de los estudios (mercado, técnico, ambiental, administrativo, financiero y legal) requeridos con el fin de precisar los aspectos de la alternativa seleccionada, reduciendo así la variación esperada de sus costos y beneficios.

Resultado	Los resultados obtenidos pueden dar origen a los siguientes escenarios: ▪ Reformular el proyecto ▪ Postergar el proyecto ▪ Descartar el proyecto ▪ Continuar con la fase de factibilidad.	Los resultados obtenidos pueden dar origen a los siguientes escenarios: ▪ Avanzar a una siguiente etapa y programar ejecución del proyecto ▪ Conveniencia de rechazar o postergar la decisión de desarrollar el proyecto.

Nota: Elaboración propia con base en (Departamento Nacional de Planeación, 2019) (Suárez Chacón, n.d.)

De acuerdo con lo anterior, se identifica que, en cada una de las etapas se realizan estudios cuyo nivel de profundidad varía y dependerá de la decisión que se requiera tomar. Los estudios que típicamente se realizan durante la fase de formulación, se encuentran en la tabla 4.

Tabla 4.
Estudios de prefactibilidad y factibilidad

EN QUÉ CONSISTE.	OBJETIVOS	COMPONENTES
	ESTUDIO DE MERCADO	
"*Análisis estructurado de las alternativas y factores predominantes de tipo competitivo y comercial que busca establecer la viabilidad del proyecto en un mercado determinado y definir una estrategia de comercialización que permita potenciar el producto en dicho mercado*". (Gil & Velasco, 2015, pg 69)	• Caracterizar al usuario o consumidor potencial del producto al igual que identificar todas las empresas que forman parte de la industria; permite estimar el comportamiento de la oferta y demanda del sector en conjunto con el precio de los bienes o servicios. • Planificar la estrategia de comercialización más adecuada a la naturaleza del bien y servicio del proyecto y a las características del usuario o consumidor. (Córdova & Medina, 2002)	• Análisis de competitividad (Segmento de mercado) • Estudio de oferta y demanda (Cantidad) • Estrategia de comercialización • Costos y beneficios. (Gil & Velasco, 2015)
	ESTUDIO TÉCNICO	
Determinación de los procesos que aportan valor al producto del proyecto, tomando en cuenta, todos los recursos necesarios para el desarrollo de este. (Sarmiento, n.d.).	• Verificar si el producto o servicio a ofrecer se puede llevar a cabo. (López et al., 2010)	• Ingeniería (Proceso) • Tecnología • Capacidad • Localización • Costos y beneficios

	• Analizar y determinar el tamaño y localización óptimos, los equipos, las instalaciones y la organización requeridos para realizar la producción. (Bacca Urbina, 2001)	(Gil & Velasco, 2015)
ESTUDIO AMBIENTAL		
Identificación, valoración y consideración de medidas, con el fin de mitigar los efectos ambientales que puedan desprenderse del desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, realizando una comparación entre el estado del ambiente (componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos) anterior al proyecto y una vez el producto de éste se encuentre en construcción y operación. (Ignacio, 2008). (García, 2016)	• *Detectar, identificar y evaluar los impactos ambientales de un proyecto determinado* • *Proponer las medidas necesarias para remediar o mitigar los posibles efectos negativos del anteproyecto* • *Recomendar la implementación de acciones que permitan optimizar los impactos positivos* (IGNACIO, 2008, pg 127). • Determinar las líneas base (situación actual en la que se encuentra el lugar en donde se desarrolla el estudio para la construcción del producto del proyecto) contemplando factores bióticos, abióticos	• Identificación de impactos ambientales • Elaboración del Plan de Manejo Ambiental • Costos y beneficios (Gil & Velasco, 2015)

	y socioeconómicos. (Pasqualino, Cabrera, & Chamorro, 2015)	
ESTUDIO ADMINISTRATIVO		
Determinación de la estructura encargada de la ejecución del proyecto y la operación del producto obtenido, ya sea en una nueva organización o con la integración a una ya existente. (Gil & Velasco, 2015). Para ello se evalúa el tipo de asociación más conveniente tomando como referencia elementos de índole jurídico y comercial, estructura organizacional y elementos laborales. (Rojas Lopez, 2015)	• *"Realizar un análisis que permita obtener la información pertinente para la determinación de los aspectos organizacionales de un proyecto, los procedimientos administrativos, aspectos legales, laborales, fiscales y ecológicos"*. (Lopez Parra, Aceves López, Pellat, & Puerta, 2012; pg 2) • Conocer la importancia de la organización administrativa de un proyecto incluyendo un enfoque estratégico, su estructura, el talento humano y la descripción de cargos y funciones. (Tomas, 2020)	• Planeación • Organización • Integración de recursos • Constitución • Infraestructura administrativa • Costos y beneficios (Gil & Velasco, 2015)
ESTUDIO FINANCIERO		

Determinar los costos asociados a los recursos que son necesarios para el desarrollo de las actividades concernientes al proyecto, sumados a su vez los costos relacionados a la operación del producto del proyecto y el valor de los ingresos que se pretender percibir durante el periodo de vida útil estimada. (Ossa, 2016)	• *"Calcular la previsión de la rentabilidad final de la inversión para los accionistas, para poder decidir si esta es financieramente viable."* (Universidad Politecnica de Cataluña, n.d.) • *Determinar las fuentes que se emplearán para el desarrollo del proyecto, determinando la estructura de financiamiento (Financiación de la inversión)* (Guzman Castro, 2002, pg 4) • *"Estudiar la evolución financiera del producto del proyecto durante su operación, conociendo así su estabilidad.* (Guzman Castro, 2002, pg 4)	• Ingresos • Costos • Gastos • Balance general del proyecto • Razones financieras • Punto de equilibrio • Flujo neto de efectivo • Costo de capital • Valor Actual Neto • Tasa Interna de Retorno • Análisis de sensibilidad (OBS Business School, 2020)
ESTUDIO LEGAL		
Determinar la viabilidad de un proyecto a la luz de los planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial, normas relacionadas con localización, aspectos presupuestales y ambientales, uso de patentes,	• Determinar la viabilidad de las alternativas de solución propuestas bajo las normas que lo rigen. • Incorporar en la evaluación del proyecto los costos y beneficios que resultan directa o indirectamente del estudio legal.	

legislación tributaria, aspectos laborales y contratación, entre otros. (Universidad Nacional de Colombia, 2020)	• Definir la estructura jurídica más conveniente que se creará con el proyecto, si se requiere. (Universidad Nacional de Colombia, 2020)

Nota: Elaboración propia

5. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se exponen las variables claves para la alineación y formulación de proyectos FVs que ya han sido identificadas por otros autores, y que sirven como fuente inicial de los hallazgos a exponer dentro del presente TG.

Cabe destacar que, en lo concerniente a la fase de alineación, los resultados hallados en la literatura no son explícitos, dado que el ciclo de vida de los proyectos no es estandarizado y esta fase puede recibir cualquier otro nombre, o incluso, sus procesos pueden estar inmersos en cualquier otra fase. Por esta razón, en primer lugar, se busca identificar las estrategias nacionales y mundiales que han favorecido la implementación de los proyectos FVs en el país, y, en segundo lugar, las estrategias eficientes que han sido identificadas por autores, cuya ejecución en esta fase de alineación, facilitan también la implementación de los proyectos y la consecución de los resultados esperados.

En lo que respecta a la formulación, los resultados están basados en estudios de prefactibilidad y factibilidad realizados por autores, de donde se pueden extraer las variables que facilitan la implementación de los proyectos FVs en el país y cuáles favorecen en mayor medida la materialización de la estrategia organizacional y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo nacionales e internacionales.

Los proyectos FVS que se analizaron en este capítulo son aquellos conectados al SIN, no se incluyeron los que se encuentra en Zonas No Interconectadas (ZNI).

5.1. Alineación en proyectos fotovoltaicos en Colombia

Los esfuerzos por promover la incursión de las FERNC en Colombia, han sido el resultado de la aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés); este acuerdo, que unió fuerzas para luchar contra el cambio climático, logrando que 193 países de todo el mundo aprobaran los 17 ODS (Fernández Reyes & Águila Coghlan, 2017), ha facilitado la integración de las FERNC a la red eléctrica en países comprometidos a mitigar los gases de efecto invernadero (Tapias et. al, 2018), contribuyendo directamente con los ODS de energía asequible y no contaminante, ciudad y comunidad sostenible y acción por el clima.

En Colombia, específicamente, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con la expedición del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, estableció una directriz clara para la implementación de proyectos con energías renovables. Además de establecer como meta del Gobierno el aumento

en la capacidad instalada, también estipuló con la Resolución 40715 de 2019, que los comercializadores del Mercado de Energía Mayorista estarán obligados a que el diez por ciento (10%) de las compras de energía destinadas a atender usuarios finales del mercado regulado en un año, provengan de FERNC a través de contratos de largo plazo (MME, 2019); asegurando no solo la inversión en este tipo de proyectos, sino también la venta de la energía generada por ellos (Velasco, 2019); lo cual resulta conveniente para las empresas desarrolladoras de este tipo de proyectos.

Adicionalmente, para el éxito de proyectos de FERNC en el mercado energético, se resalta la importancia de contar con la comunicación y participación de todos los agentes integrantes de la cadena de valor en la definición de algunos objetivos y metas del sector (Calle, Hernández, Higuera, Rojas, & Torres, 2017). A nivel organizacional, y como buena práctica, se identifica la necesidad de: contar con un patrocinio comprometido de alto nivel que sea consciente de la importancia del proyecto para la consecución de los objetivos estratégicos de la organización, vinculando a todos los niveles organizaciones, valiéndose de la sincronía previa entre procesos (Bautista, 2017), y la implementación de PMO que contribuya con el crecimiento de la organización al garantizar que las iniciativas que se emprenden están alineadas entre sí y con la estrategia de la organización (Crispieri, 2019) de forma constante (PMI, 2017a); lo que supone que los objetivos del proyecto se deben establecer con base en las directrices estratégicas de la organización para garantizar su implementación.

Por otro lado, existen barreras que deben ser subsanadas desde la fase inicial para la sostenibilidad de este tipo de proyectos en el país. En el caso de las granjas solares, por ejemplo, que son instalaciones que requieren de una amplia zona, se debe sensibilizar a las comunidades de la región con el proyecto FV, debido al impacto que se genera en el desarrollo de este tipo de proyectos al ocupar dicha región. Una solución para este caso, es establecer estrategias adecuadas de comunicación y socialización con las comunidades involucradas, de tal manera, que se genere un verdadero plan de responsabilidad social con estas (Calle et al., 2017). En Colombia, a diferencia de lo que sucede en países como Alemania y Chile, referentes en el tema de las FERNC, la población no se interesa en el uso y/o generación de energía a partir de este tipo de recursos, precisamente, porque no se han desarrollado estrategias de comunicación, ni de divulgación sobre los beneficios del uso de las FERNC en el país (Calle et al., 2017).

5.2. Formulación en proyectos fotovoltaicos en Colombia

A diferencia de lo que sucede en la industria, en lo que respecta al entorno académico, se ha evidenciado el interés por demostrar las bondades de estas tecnologías. En los últimos años, la factibilidad para la incursión de los paneles solares en el mercado colombiano ha sido ampliamente estudiada y los resultados de las investigaciones han sido a su favor(Biter & Chamas, 2017). Biter (2017) afirma que la factibilidad de la incursión de estos sistemas depende de tres factores: el costo de la energía eléctrica, el recurso solar de la zona y los incentivos tributarios ofrecidos por el Gobierno.

A continuación, se presenta el contexto de los proyectos FVs en Colombia desde los marcos que ejercen influencia en los estudios de formulación tales como: mercado, legal, ambiental, técnico, financiero y administrativo, y en cada uno de ellos, se citan las variables claves que han sido identificadas por otros autores para la consecución de los resultados esperados

5.2.1. Mercado Eléctrico Mayorista

En el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) colombiano participan dos tipos de actores: los agentes quienes se encargan de hacer llegar la energía eléctrica hasta el usuario final, empezando por su generación, siguiendo por la transmisión, luego la distribución y llegando hasta la comercialización; y los usuarios quienes pueden ser regulados (cuyas tarifas son establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG-) o no regulados (cuya demanda de energía es mayor a 2MW por lo que pueden negociar libremente los costos de las actividades relacionadas con la generación y comercialización de energía con los comercializadores o directamente con los generadores) (CREG, 2019).

5.2.2. Estructura del sector

La estructura del sector energético colombiano, como se indica en la Figura 3, y en especial, lo relacionado con las energías renovables, está definido dentro de la Ley 1715 del 2014; donde se establecieron las competencias administrativas a diferentes entes gubernamentales, tal como se describe en el Anexo C (Ley 1715 de 2015).

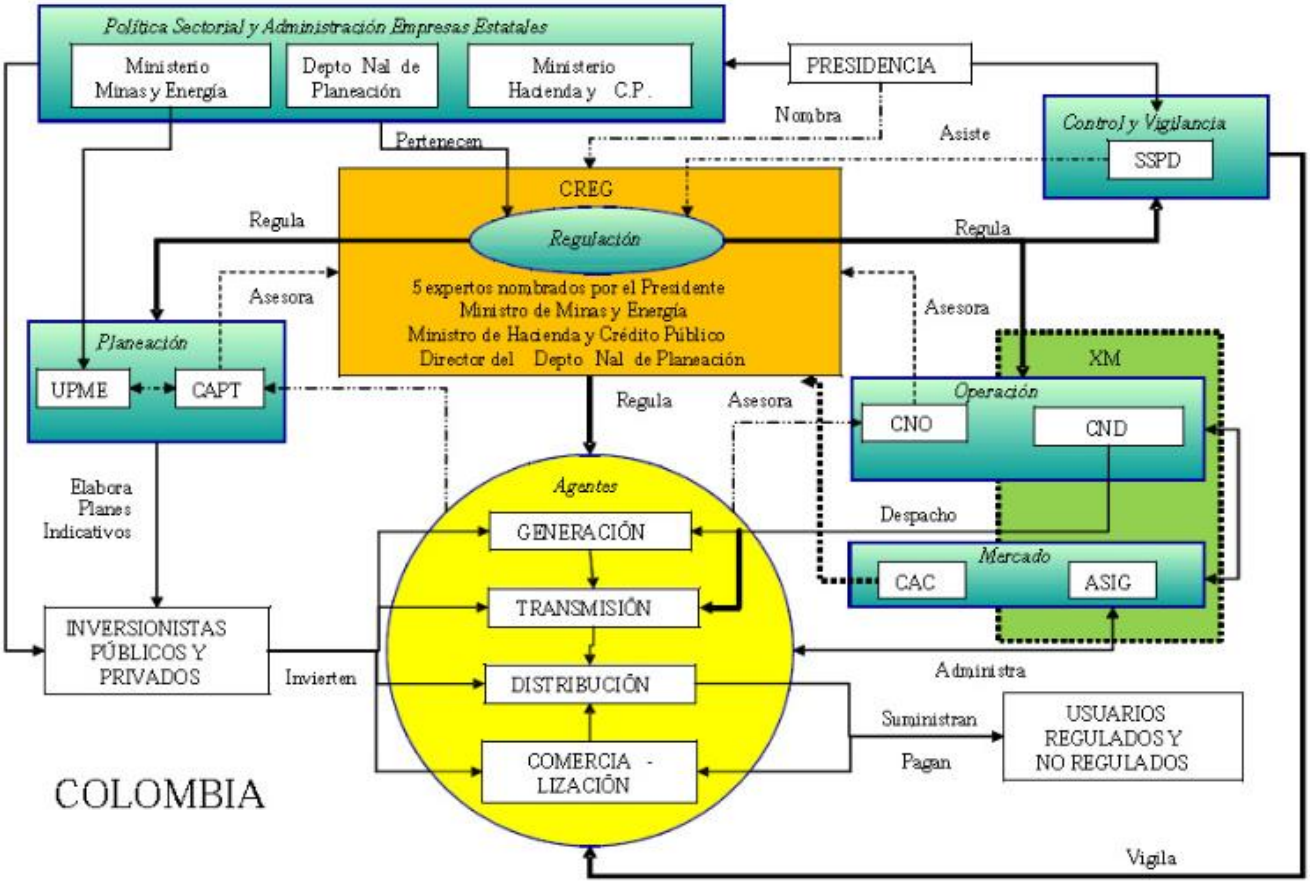

Figura 3. Estructura sector energético colombiano. Tomado de (D. López & Tabares, 2014)

5.2.3. Estudio de mercado

En la operación del mercado mayorista eléctrico en Colombia, participan los generadores, transmisores, distribuidores, comercializadores y usuarios no regulados. Esta operación se puede dar a través de dos mecanismos: contratos bilaterales (largo plazo) y la bolsa de energía (corto plazo). A continuación, se hace una breve descripción de estos dos mecanismos.

5.2.3.1. *Contratos bilaterales*

Los contratos bilaterales son usados cuando se desea establecer acuerdos de largo plazo, en los que generalmente, las condiciones de precio son establecidas entre la oferta (generadores) y demanda (comercializadores o usuarios no regulados), en un mercado regulado (Corzo, 2013); son de tipo financiero, buscan reducir la volatilidad del precio de la energía (Calle et al., 2017), por ello se convierten en una herramienta valiosa para aquellos agentes que prefieren evitar el riesgo y deciden pactar un precio con anterioridad.

Las subastas organizadas por el Estado son el mecanismo definido por el MME para promover la contratación de largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica; en ellas se asignan las obligaciones de energía firme (OEF) entre los generadores y los inversionistas, para garantizar la confiabilidad en el suministro de precios eficientes en el largo plazo. (Benavides, 2018)

5.2.3.2. *Transacciones en bolsa*

La otra manera de comercializar la energía es a través de la bolsa de energía, en la que se constituyen acuerdos de corto plazo entre agentes generadores que pertenezcan al mercado de energía mayorista y los comercializadores. (Corzo, 2013). Bajo este esquema, los generadores presentan sus ofertas de precio de energía a la bolsa, incluyendo los costos variables y el cargo por confiabilidad, a más tardar a las 8 am para las 24 horas del día siguiente, al igual que la declaración de disponibilidad, mientras que, los comercializadores, presentan la declaración de demanda para cumplir sus contratos. (Ardila, 2019)

El Centro Nacional de Despacho (CND), que tiene como función minimizar el costo total de la generación necesaria para atender el mercado, asigna la energía entre los generadores por orden de menor a mayor costo variable, y el precio de bolsa resultante, es el precio ofertado por la última unidad que salió despachada y es el que se les paga a todos los generadores exitosos.

Basado en lo expuesto anteriormente, en el tema de mercado, autores como Ardila (2019), afirman que la estructura actual del sector eléctrico colombiano no permite aumentar la participación de FERNC en la matriz energética; por ello, es necesario: 1) fomentar el mercado intradiario, donde se comercializa la energía con precios eficientes y competitivos, y 2) dinamizar el mercado con mecanismos de comercialización a largo plazo. Por otro lado, Benavides (2018) afirma que el mercado energético colombiano se caracteriza por la escaza oferta de generadores, lo cual influye directamente en el elevado precio de bolsa que surge de las transacciones; menciona el tema del Mercado Anónimo y Estandarizado de contratos (MAE), que ya viene trabajando la CREG, resaltando la intención de buscar la centralización, el anonimato, la liquidez y la gestión eficiente del riesgo para promover la competencia y reducir los precios de generación al consumidor final. Adicional, con la sugerencia de entrada por contratos, busca sustituir el cargo por confiabilidad, resaltando la simplificación regulatoria y la eliminación de los incentivos para manipular las declaraciones al mercado *spot* durante eventos de sequía.

Para las FERNC a gran escala, destacan el mecanismo de entrada mediante subastas por contratos de largo plazo, pero preferiblemente sin ser mezcladas con otras fuentes; se deberían eliminar

también las barreras regulatorias para que los comercializadores trasladen el costo de los contratos y de la cobertura directamente a los usuarios finales (Benavides, 2018).

Calle (2017) en su *Planeamiento Estratégico del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia*, identifica al mecanismo del cargo por confiabilidad como un factor que deja en desventaja competitiva a las FERNC. Adicionalmente, y revisando las variables propias del mercado, afirma que es una amenaza para la competitividad del sector, el hecho de que los proveedores se encuentran concentrados en un número limitado de oferentes de servicios y productos; mientras que, por el lado de la demanda, los clientes, ya sean hogares, instituciones, o industrias, no tienen poder de negociación sobre los precios; lo cual indica, que no son una amenaza.

5.2.4. Estudio técnico y tecnológico

Colombia cuenta con estudios sobre los recursos disponibles para generación de energía eólica, solar, y biomasa, pero carece de desarrollo y producción de elementos como paneles solares, turbinas eólicas, baterías de iones de litio, calderas para biomasa, y en general, elementos tecnológicos usados en parques eólicos o solares (Calle et al., 2017). Los incentivos que provee el Gobierno Nacional se concentran en disminuir el costo de las importaciones de estos equipos, más no en promover la investigación y desarrollo de estos en el país.

En cuanto a las condiciones del país y las características técnicas de los equipos que se encuentran en el mercado colombiano para desarrollar proyectos fotovoltaicos, se realiza una breve descripción de las variables para la implementación de sistemas FVs en la Tabla 6:

Tabla 5.
Descripción de variables para implementación de sistemas FVs

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	SITUACIÓN EN COLOMBIA
Radiación solar [kWh/m^2/día]	Flujo de energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas. (Estévez et al., 2018)	De acuerdo con los estudios realizados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el potencial promedio diario varía de acuerdo con la región geográfica, teniendo así, las variantes entre 5-6 kWh/m^2 (en la Guajira) y viendo una

		reducción en dirección de la zona pacífica, con valores menores a 3.5 kWh/m^2 (IDEAM, 2020a) (IDEAM, 2005).
Brillo solar [horas/día]	Número de horas en las que se puede aprovechar la radiación solar en un día (Estévez et al., 2018)	Según lo plasmado en el atlas de radiación de Colombia, se tiene que las horas promedio anuales del territorio colombiano oscilan entre 6-8 horas (zona norte), 5-6 horas (llanos orientales), 4-5 horas (zona centro Amazonas) y 2-4 horas (zona pacífica). (IDEAM, 2020a).
Eficiencia [%]	Relacionado a la tasa en la que el panel solar logra producir energía eléctrica a partir de la fuente primaria. (Estévez et al., 2018)	La eficiencia de los paneles que se encuentran en el mercado depende del tipo usado, en donde se observa que el de mayores prestaciones son los que usan tecnología monocristalina. (SUNFIELD EUROPE, 2020) Partiendo de esto, la eficiencia estándar de un panel está entre el 16% y 17%, no obstante fabricantes ofrecen eficiencias con valores superiores a este rango. (SUNFIELD EUROPE, 2020)
Temperatura [°C]	El correcto funcionamiento del panel solar depende de no someterlo a condiciones climáticas extremas, por lo que es recomendable el uso de zonas que tengan temperaturas entre los 15°C y 32°C (Estévez et al., 2018).	Debido a la localización geográfica de Colombia, se cuenta con un rango de temperaturas variado, tendiendo como valores superiores a los 28°C en zonas como la Guajira, Cesar, Sucre, Bolívar, los Santanderes y Tolima. (IDEAM, 2014). (Estévez et al., 2018)

Nota: Elaboración propia

En este ámbito, Cortés (2020) enfatiza en la necesidad de implementar sistemas de monitoreo y caracterización del desempeño de los módulos fotovoltaicos, así como la incidencia del clima sobre la potencia generada para la exitosa implementación del plan de expansión y la ampliación de la cobertura del servicio de energía. Adicionalmente, identifica al control operativo y el análisis de datos (adquisición, monitoreo, control y mediciones) como esenciales para encontrar la ubicación apropiada, mejorar el funcionamiento y la confiabilidad y, en consecuencia, el rendimiento energético y económico de los sistemas FVs.

Ardila (2019), por su parte, a nivel tecnológico, resalta la importancia de que el Gobierno aumente la capacidad para el transporte de energía a través de licitaciones de construcción de nuevas líneas de transmisión y que regule los puntos de conexión común para soportar el crecimiento en el mediano y largo plazo de los recursos energéticos distribuidos (DER, por sus siglas en inglés), los cuales representan otro de los mecanismos que, según el mismo autor, permiten aumentar la difusión de FERNC en el mercado, convirtiendo a los usuarios en parte activa del mercado de generación. García, Sepúlveda y Ferrera (2018), identifican que la confiabilidad en los datos de radiación solar para dimensionar un sistema FV es importante, porque en caso de no tener certeza de ello, el sistema no concordará con los requisitos que exige la carga.

Finalmente, en una reciente investigación, para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en Colombia, se identificaron como variables críticas: la radiación solar, el brillo solar, la eficiencia de las celdas fotovoltaicas, el voltaje de la instalación del sistema FV, la temperatura del ambiente, la vida útil del panel solar y demás equipos de la instalación, así como su potencia. (Estévez et al., 2018)

5.2.5. Estudio ambiental

A pesar de que la energía solar fotovoltaica es una energía limpia, la normatividad vigente exige que se realice un trámite ambiental ante las entidades competentes, en especial para acceder a los beneficios que expone la ley. El MADS, a través de la Resolución 1283 de 2016, delega a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) a expedir la certificación de beneficios ambientales por nuevas inversiones en los proyectos de FERNC (Tapias et. al, 2018). Adicionalmente, con la Ley 1715 de 2014, se establece la necesidad de armonizar los requisitos ambientales para el desarrollo de las FERNC, así se designa a la ANLA y a las Corporaciones

Autónomas Regionales (CAR), a la formulación y adopción de instrumentos y procedimientos para la realización y evaluación de estudios de impacto ambiental. (SER Colombia, 2017b)

Para el caso específico de los proyectos fotovoltaicos, a través de la Resolución 1670 del 2017, el MADS adoptó los términos de referencia (TdR) para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) requerido para el trámite de la licencia ambiental; contenido en el documento TdR – 015, cuya principal diferencia con relación a los proyectos de energía convencional, es que no les exige el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, lo cual acelera un poco el proceso. Para proyectos con una capacidad mayor o igual a diez (10) y menor de cien (100) MW, el trámite del licenciamiento se realiza ante las CAR, mientras que, para centrales generadores con capacidad mayor a los cien (100) MW, el trámite se hará ante la ANLA (Presidencia, 2010).

En los estudios de análisis ambiental preliminar, se realiza una caracterización del área de influencia directa e indirecta del proyecto, teniendo en cuenta los posibles impactos que generaría en los componentes físico, biótico y social; mayoritariamente en la fase constructiva. Las afectaciones que se dan principalmente son (SER Colombia, 2017b):

- A nivel de suelo, en caso de que sea necesario realizar grandes movimientos de tierra
- Sobre la calidad del agua, en los casos en que se produzca una pérdida de aceite por fuga de la maquinaria
- Generación de residuos sólidos
- Impacto sobre la fauna, vegetación y paisaje
- Impacto socioeconómico, se considera positivo al crear puestos de trabajo

Bajo este esquema, García (2016) afirma que este ámbito es uno de los factores más relevantes y determinantes en la factibilidad de un proyecto, sin embargo, en Colombia, para Correa (2018) el trámite del Estudio de Impacto Ambiental puede llegar a generar un desinterés en los posibles inversionistas afectando el objetivo de la Ley 1715 de 2014, debido a que no genera ningún valor agregado para determinar la factibilidad de la alternativa de generación a implementar, únicamente es considerado como un trámite burocrático. Por tal motivo, se hace necesario realizar una evaluación de los términos de referencia vigentes (TdR-015), ya que no se ajusta de forma adecuada a este tipo de proyectos, por el contrario, siguen soportados únicamente en los términos aplicables a proyectos de generación con fuentes hídricas (Correa, 2018).

5.2.6. Estudio Administrativo

Con el fin de realizar un análisis del entorno en el campo administrativo del sector, se toman como referencia tres de las empresas encargadas del desarrollo de este tipo de proyectos. En la tabla 7 se describe la estructura organizacional de cada una.

Tabla 6.
Estructuras organizacionales

ECOPETROL	CELSIA	EMGESA
Esta compañía cuenta con una estructura organizacional del tipo funcional, en donde se hace un agrupamiento en cuatro áreas diferentes: i) soporte, ii) verificación, control y soporte a presidencia, iii) corporativa, y iv) operación.	La organización cuenta con órganos administrativos definidos claramente, los cuales tienen como fin, el soporte de las actividades requeridas para un fin empresarial. Con esto, se deduce que la compañía cuenta con una estructura organizacional del tipo matricial	Acorde con el organigrama, Emgesa cuenta con una estructura matricial debido al objetivo del negocio que atiende, el cual se centra en la generación de energía eléctrica; soportado en la gerencia de generación renovables, gerencia de *energy management* y la gerencia de generación térmica.

Nota: Elaboración propia

Con lo descrito en la Tabla 7, se observa que las compañías se ajustan a estructuras organizacionales acorde con las necesidades del negocio que desarrollan, permitiendo un fortalecimiento en los conocimientos y habilidades de sus colaboradores, como en el caso de la estructura del tipo funcional, o lograr enfatizar el producto o servicios que prestan bajo una estructura del tipo matricial. (Daft, 2015)

Cabe resaltar que cada una de las organizaciones que son analizadas, cuentan con políticas o unidades de sostenibilidad definidas, las cuales permiten dar un fundamento al desarrollo de proyectos de energía fotovoltaica, partiendo de premisas como: i). generación de valor bajo con equilibrio en los grupos de interés y el medio ambiente, para así reducir de forma progresiva los impactos generados y aportar al desarrollo sostenible de las regiones (ECOPETROL, 2020), y ii). El plan de desarrollo en energías renovables y diversificación del *mix* de energías (EMGESA, 2020).

Para el Departamento Nacional de Planeación (2016) existen cuatro dimensiones que enmarcan la sostenibilidad: i) económica, ii) ambiental, iii) social y iv) tecnológica; diversas compañías están adoptando la filosofía de la sostenibilidad, lo cual permite, fundamentar la idea de que se puede generar un desarrollo económico y satisfacer las necesidades actuales, mientras se protege el medio ambiente para que futuras generaciones logren satisfacer sus necesidades (Daft, 2015).

No obstante, en la literatura, Valerio y Jaimes (2018) afirman que se debe conformar una organización que sea multidisciplinaria. Mejía (2017) y Cortés y Torres (2019) identifican tanto el personal técnico especialista en el tema, como otras áreas funcionales que soportan la actividad de los proyectos, como por ejemplo: compras, financiera, mercadeo, calidad, entre otros. Toro (2018) también resalta tres áreas en el funcionamiento de una empresa que se dedique a formular e implementar proyectos FVs, las cuales son: la fuerza de ventas, el equipo técnico y la administración. Vidal (2015) por su parte, en su caso de estudio, evidencia una estructura donde existe un área específica de proyectos. En cambio, Muñoz (2018) presenta una estructura totalmente proyectizada.

Con base en lo anterior, no es posible identificar una tendencia clara hacia el tipo de estructura organizacional preferida para las compañías que desarrollan proyectos FVs; porque en la mayoría de los casos citados, los autores no son explícitos al momento de indicar la estructura organizacional propuesta para las compañías. Sin embargo, y teniendo en cuenta los ejemplos citados (Ecopetrol, Celsia, Emgesa), se evidencia que las estructuras se establecen con base en la actividad principal desarrollada por las organizaciones, que las diferentes áreas se complementan entre sí para llevar a cabo la estrategia organizacional y que la influencia que pueda ejercer la sostenibilidad sobre sus planes abre la puerta para el desarrollo de proyectos FVs.

Con el contexto descrito anteriormente y los autores citados, queda establecida la primera fuente de los resultados para el presente TG (hallazgos y conclusiones) al identificar, de diferentes investigaciones y publicaciones, las variables que ejercen una mayor influencia en la viabilidad de los proyectos FVs en Colombia desde los diferentes estudios que se proponen realizar en la formulación de los mismos, las cuales, contrarrestadas con los hallazgos de la fase de recopilación de información del entorno, dan la primera aproximación a los factores de éxito que persigue este TG.

5.2.7. Estudio financiero

Junto con las iniciativas a nivel regulatorio para promover la incursión de las energías renovables, también han surgido diferentes opciones de financiamiento fundamentados en préstamos otorgados por bancos u otras organizaciones nacionales e internacionales, los cuales se encuentran descritos en el Anexo D. Adicionalmente, existen los siguientes mecanismos de compraventa de los sistemas FVs:

5.2.7.1. *Arrendamiento o Leasing solar*

Ha llegado a ser una de las modalidades de negociación más utilizadas para la instalación de sistemas fotovoltaicos, principalmente para aplicación de autogeneradores (J. López & López, 2017). Con esta modalidad, les permite a los usuarios adquirir el sistema sin realizar una inversión inicial; el proveedor ofrece al usuario una operación de *leasing* en la cual se pactan cuotas mensuales buscando que sean inferiores al ahorro que percibirá el usuario en su factor del servicio público.

5.2.7.2. *Acuerdo de compra de energía*

También conocido como *Power Purchase Agreement* (PPA, por sus siglas en inglés), es una modalidad de financiación aplicada a proyectos FVs, mediante la cual, tampoco hay una inversión inicial por parte del usuario. En esta modalidad se firma un contrato, donde el usuario se compromete a pagarle la energía al proveedor a un precio estipulado durante cierto tiempo y al final de éste, existe la opción de compra de los activos. (J. López & López, 2017).

No obstante, pese a estas facilidades de financiación, Ramírez (2017) afirma que los beneficios de la Ley 1715 de 2014 son los que permiten que la generación solar fotovoltaica sea competitiva con respecto a las tecnologías convencionales, e identifica que, aunque los sistemas FVs requieren una mayor inversión inicial, sus costos de producción energética unitaria son significativamente menores a los costos de generación de otra tecnología, por lo que generan mayor rentabilidad a corto y mediano plazo. Por su parte, Calle (2017) afirma que los costos de la tecnología FV han bajado por la masiva producción de los componentes en China, y que esto promueve su implementación en el mercado, sin embargo, esta viabilidad puede verse amenazada por la dependencia en Colombia de los desarrollos provenientes del resto del mundo; al no hacer inversión en Investigación y Desarrollo en este tema, a largo plazo puede tener restricciones en el uso de mejores tecnologías o deberá pagar mayores precios por el uso de patentes.; lo cual reafirma lo expuesto por Cortés (2020), quien afirma que hay un déficit en la inversión concerniente a la expansión de las energías renovables no convencionales por parte de las entidades públicas.

Por otro lado, López y López (2017) afirman que los acuerdos de compra son rentables, porque en ellos, el Valor Presente Neto (VPN) que paga el usuario por la energía en los años del acuerdo es inferior al VPN de seguir comprando energía convencional al comercializador u operador de red,

5.2.8. Estudio legal y regulatorio

En lo concerniente al uso de las FERNC, y con el fin de hacer realidad los compromisos aceptados frente a los acuerdos mundiales contra el cambio climático, el Gobierno colombiano ha expedido las diferentes normativas que fomentan el uso de estos recursos y promueven el uso racional de la energía, la más reciente: Ley 1715 de 2014. Con esta ley, se da el primer impulso fuerte para la incursión de las energías renovables en Colombia. Su principal finalidad es incentivar la penetración de las fuentes no convencionales de energía (Calle et al., 2017) y para ello, expone los siguientes incentivos tributarios: (Ñustes & Rivera, 2017)

- Reducción anual en su declaración de renta del 50% de la inversión realizada durante los cinco (5) años siguientes a la realización de dicha inversión.
- Exclusión del IVA para importación de recursos y/o equipos destinados a proyectos basados en fuentes de energía no convencionales.
- Exención de pagos arancelarios en la importación de maquinaria y demás equipos necesarios para la implementación de proyectos con fuentes de energía no convencionales.
- Aplicación del método de depreciación acelerada a equipos, maquinaria y obras civiles, destinadas a proyectos de generación basados en fuentes de energía no convencionales.

A partir de la expedición de esta normatividad, el Gobierno ha generado decretos y resoluciones con el fin de reglamentar e implementar la ley; las cuales se resumen en la Tabla 5:

Tabla 7.
Reglamentación de la Ley 1715 de 2014

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Decreto 2469 de 2014	Se establecen los lineamientos de política energética con relación a la entrega de excedentes de autogeneración
Resolución 024 de 2015	Fija las condiciones para la conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN) del autogenerador a

	gran escala y las formas de medida, así como los mecanismos para la entrega de excedentes.
Decreto 2143 de 2015	Fija los lineamientos para acceder a los incentivos de la Ley 1715 de 2014, regulando los cuatro incentivos que expone esta ley.
Resolución 1283 de 2016	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) establece el procedimiento y los requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por inversiones en proyectos de FERNC y gestión eficiente de la energía.
Resolución 201 de 2017	Por la cual se modifica la metodología para determinar la energía firme para el cargo por confiabilidad de plantas solares fotovoltaicas
Resolución 030 de 2018	Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. Define las reglas que permiten a los usuarios de energía eléctrica conectarse al Operador de Red (OR) de manera fácil y sencilla, ya sea como autogeneradores o generadores distribuidos
Resolución 098 de 2019	Es la primera aproximación a la regulación para la implementación de sistemas de almacenamiento de energía, a partir de fuentes renovables no convencionales, que se integrarán al sistema interconectado nacional como una fórmula para garantizar la energía en firme de los proyectos de generación a partir de este tipo de fuentes.

Nota: Elaboración propia con base en (Serna Peña & Maestre Gallego, 2018)

En general, en Colombia se evidencia un avance normativo. Autores como (Biter & Chamas, 2017), (López & López, 2017) (Calle et al., 2017) coinciden en que la Ley 1715 de 2014 fue la propulsora

para el desarrollo de proyectos renovables en Colombia, no obstante, autores como Pereira (2016) y Benavides (2018), afirman que, si bien el país ha mejorado en las trabas existentes para acceder a los beneficios que expone la ley, aún falta eficiencia en estos trámites, y que es vital fortalecer el vínculo entre las agencias estatales y los actores privados de gran relevancia para el correcto desarrollo e implementación de las energías renovables.

Actualmente, el trámite de solicitudes de acceso de nuevos generadores y nuevas cargas a la red, hacen que la conexión sea excesivamente costosa en términos económicos y de oportunidad de esta. Cuando la UPME obliga a que las nuevas conexiones requieran de acceso a subestaciones de propiedad de terceros, los obstáculos que estos últimos interponen al nuevo generador o a la nueva carga, en múltiples ocasiones hacen impracticable el libre acceso e intercambio de energía. (Benavides, 2018). Ardila (2019), por su parte, afirma que la transformación del sector eléctrico exige un fortalecimiento de las instituciones y el desarrollo de mecanismos de participación ciudadana con políticas vinculantes.

6. MARCO METODOLÓGICO

Antes de presentar la metodología empleada en este TG, es necesario precisar el tipo de investigación aplicable en términos de alcance, diseño y enfoque; para luego describir las fases que comprende la metodología y los instrumentos de investigación empleados en cada una de ellas que permiten alcanzar cada objetivo específico planteado en el inicio del documento.

6.1. Tipo de investigación

De acuerdo con Sampieri, los componentes que caracterizan una investigación son: el alcance, el diseño y el enfoque (Hernandez Sampieri et al., 2014). Para el presente TG, la investigación se caracteriza por:

6.1.1. Alcance descriptivo

En el presente TG se busca especificar las características más importantes de los proyectos fotovoltaicos en Colombia en sus fases de alineación y formulación y aquellos factores que contribuyen con el éxito en términos de consecución de los resultados esperados, desde la perspectiva de los actores del sector sin entrar a juzgar si dichos actores han sido realmente exitosos en sus proyectos, debido a que, como se mencionó anteriormente, se deben evaluar todas las fases del ciclo de vida de un proyecto e incluir la operación del producto del proyecto para asegurar que

el proyecto sea exitoso, sin embargo, en el presente TG únicamente se verifica que estén correctamente alineados y formulados los proyectos para maximizar la probabilidad de éxito.

6.1.2. Diseño no experimental

Se recolectan datos en un solo momento de la historia para describir y analizar la incidencia de las variables existentes sobre el fenómeno identificado en ese mismo momento de la historia.

6.1.3. Enfoque mixto

En este TG se combinan dos componentes: el cualitativo y el cuantitativo. En el cualitativo, se recoleta información acerca de la situación actual de los proyectos fotovoltaicos en Colombia a través de la revisión de la literatura y entrevistas a actores representantes del sector, para que, con su análisis, se logre identificar factores que han facilitado su viabilización y la consecución de los resultados esperados; los cuales son corroborados con los resultados obtenidos en la fase cuantitativa.

Esta componente cuantitativa se caracteriza por la aplicación de una encuesta semiestructurada cuyos resultados tabulados y analizados, corroboran o refutan los hallazgos resultantes de las entrevistas.

6.2. Metodología de la investigación

Para dar respuesta a la pregunta de investigación formulada en el numeral 2.1, la metodología a emplear en el presente TG se divide en las siguientes fases

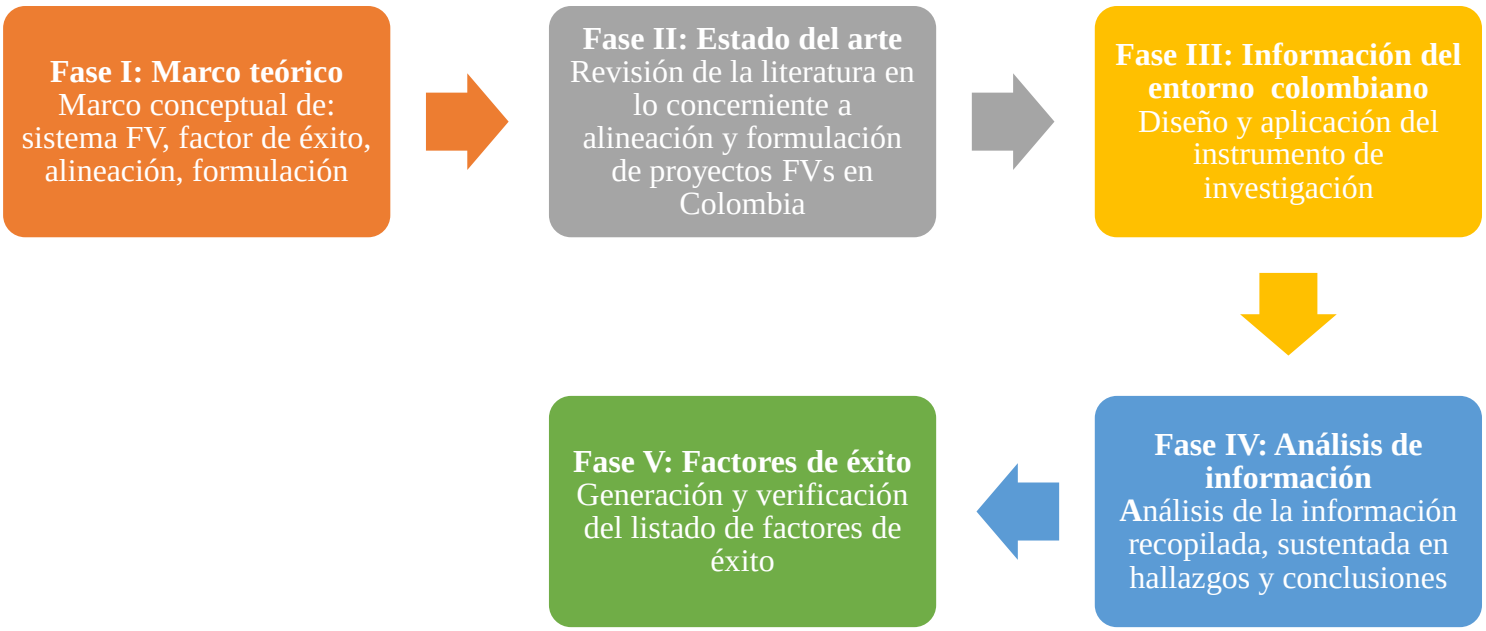

Figura 4. Metodología de la investigación. Elaboración propia

6.2.1. Fase I: Marco teórico

En esta fase inicial, se construye el marco conceptual de los términos claves para el TG; a saber: sistema fotovoltaico, factor de éxito, alineación y formulación. Para ello se emplea la búsqueda y el análisis documental de la información disponible en diferentes medios electrónicos tales como: Google Académico, Scielo y páginas institucionales, usando los términos claves identificados. Para las búsquedas en internet se realiza una priorización de los artículos de acuerdo con su año de publicación para obtener los resultados más recientes, y en caso de no encontrarse, se utilizan artículos de antes del año 2015.

6.2.2. Fase II: Estado del arte

En esta fase, se realiza una revisión de la literatura con el fin de citar las variables que han sido identificadas por otros autores como claves durante las fases de alineación y formulación de los proyectos FVs en Colombia. Para ello, la búsqueda realizada en internet se basa en términos como: *proyectos fotovoltaicos en Colombia, factores de éxito en la alineación y formulación de proyectos FV, mecanismos de financiación, estudios de prefactibilidad y factibilidad, alineación estratégica de proyectos fotovoltaicos;* entre otras. Cabe resaltar que, para el caso de *factores de éxito en la alineación y formulación,* los resultados no son tan explícitos dado que, las fases dentro del ciclo de vida de los proyectos no están estandarizadas; por el contrario, reciben un nombre diferente para cada organización. A cambio de esto, la búsqueda se centra en los estudios de prefactibilidad y factibilidad y alineación estratégica.

Los criterios de selección de las fuentes están basados en: a. año de publicación, preferiblemente del 2016 en adelante; b. los artículos deben ser indexados; y c. sólo se aceptan publicaciones de tesis de posgrados, preferiblemente de maestrías.

6.2.3. Fase III: Recopilación de la información del entorno colombiano

Con el fin de identificar las prácticas reales de cómo se realizan los procesos en las fases de alineación y formulación de los proyectos fotovoltaicos en Colombia, se realiza un trabajo en campo que consta de una parte cuantitativa y otra cualitativa. La primera de ellas obedece al diseño y aplicación de una entrevista semiestructurada y cuyos resultados, permiten identificar lo que esperan obtener las organizaciones con este tipo de proyectos y cómo obtener dichos resultados desde los componentes de alineación y formulación. La parte cualitativa consiste en el diseño y aplicación de una encuesta que indaga igualmente, por los resultados que persiguen las

organizaciones interesadas en desarrollar este tipo de proyectos, y por las variables claves presentes en la alineación y formulación que les permiten alcanzarlos; las opciones de respuesta son estipuladas con base en lo encontrado en la literatura y las entrevistas.

A continuación, una descripción detallada de lo realizado en cada una de estas:

6.2.3.1. *Entrevista*

El guion de la entrevista en su versión inicial propuesta por el equipo de TG se encuentra en el Anexo E, luego, al ser sometida a validación por parte de la investigadora en la unidad de proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería y del Director del TG, la versión final condensada en el Anexo F, queda conformada por 19 preguntas, las cuales inician con cuestionamientos acerca de la importancia de implementar estos proyectos en Colombia, identificando los beneficios a corto, mediano y largo plazo que trae para las organizaciones, el país y el mundo, y corrobora si estos beneficios son los que se estipulan como objetivos del proyecto.

Luego, se realizan preguntas sobre procesos específicos incluidos dentro de la alineación estratégica, haciendo especial énfasis en lo relacionado con la definición y documentación de objetivos, en el patrocinio requerido para maximizar la probabilidad de aceptación y ejecución del proyecto, y otros factores requeridos en esta fase que les permiten alcanzar los objetivos del proyecto. Finalmente, se realizan las preguntas de formulación, en las que se indagan por los factores que facilitan la factibilidad de los proyectos FVs en Colombia desde cada uno de los estudios mencionados en el marco teórico.

Se utiliza una ficha técnica de la entrevista donde se especifica lo que se pretende de estas entrevistas, la muestra, las fechas del trabajo de campo, los criterios de rigor, validez y confiabilidad, entre otros aspectos, la cual se encuentra en el Anexo G. De acuerdo con lo que se busca, este instrumento de investigación es aplicado a 5 actores del sector cuyos perfiles se encuentran en el Anexo H; mientras que las transcripciones de cada entrevista se encuentran en el Anexo I.

6.2.3.2. *Encuesta*

Con las entrevistas realizadas y la teoría recopilada se procede a diseñar el segundo instrumento de investigación: la encuesta. Su estructura empieza con la identificación del tipo de proyecto que las organizaciones llevan a cabo, diferenciando los que son de generación de los que son de autogeneración. Luego, se indagan por los resultados que buscan obtener a nivel de producto, efecto e impacto, y cuáles son los factores que facilitan la consecución de ellos en cada caso, tanto

a nivel de alineación como de formulación. Después se hacen preguntas concretas acerca de la alineación de los proyectos con las metas del PND y de la ONU, y finalmente, se pregunta, de manera abierta, por lo que el encuestado considera que hace falta en la regulación, para lograr realmente la incursión definitiva de este tipo de proyectos en el mercado colombiano y hacerlos sostenibles.

Se genera una ficha técnica para la encuesta, la cual se encuentra en el Anexo J, donde se especifica el universo, el tamaño, la fuente, la técnica, entre otros aspectos. Se lleva a cabo una encuesta piloto que se encuentra condensada en el Anexo K, la cual es sometida a evaluación por parte del asesor metodológico, del director de TG y de las personas que colaboraron en el componente cuantitativo (entrevistas), a fin de obtener diferentes apreciaciones y realizar los ajustes necesarios para asegurar claridad y continuidad en las preguntas.

La versión definitiva de la encuesta, que se encuentra condensada en el Anexo L, consta de 28 preguntas; esta es enviada de forma masiva a través de correo electrónico a 155 empresas que cuentan con proyectos FVs registrados ante la UPME y cuyo estado es vigente.

La herramienta seleccionada para la recolectar las respuestas es Microsoft Forms (se presenta el link que fue adjuntado para la solicitud de respuesta: https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=hAVkUEAqFkKoS5s-4PP2zxnZo0drYqFOoeSU8xt8DQxUMlZQUkdXNDBXTTFFNEZMODlNS0YwUFlJSS4u.)

Del universo se obtienen 37 respuestas, lo que representa una tasa de participación del 23,9%; un muestreo que no ha sido seleccionado aleatoriamente para la obtención de los resultados de la investigación. Con los resultados obtenidos y mediante el uso de la herramienta disponible en internet http://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php, se calcula que, el nivel de confianza es del 80% y el margen de error del 10%.

La tabulación de los resultados de las encuestas se encuentra en el Anexo M.

6.2.4. Fase IV: Análisis de la información recopilada en la fase anterior

Con los resultados obtenidos de la revisión de la literatura, de las entrevistas y de las encuestas, se estructura todo el análisis de esta información a través de:

i. Hallazgos: afirmaciones o negaciones puntuales de lo encontrado en las diferentes fuentes. La codificación que permite la trazabilidad de los resultados se describe a continuación:

H __ __ __	El primer espacio indica la fuente de la que procede el hallazgo, así: L: Revisión literatura I: Entrevistas E: Encuestas El segundo espacio indica si corresponde a la fase de alineación o de formulación: A: Alineación F: Formulación El tercer espacio indica el consecutivo del hallazgo, según la fase en que se categoriza.

ii. Conclusiones: Consecuencias fruto del estudio y examen de los hallazgos identificados anteriormente. Su codificación está dada por:

C __ __	El primer espacio indica si corresponde a la fase de alineación o de formulación, así: A: Alineación F: Formulación El segundo espacio indica el consecutivo de la conclusión, según la fase en que se categoriza Al final de cada conclusión se indican los hallazgos que fueron insumo para ella.

6.2.5. Fase V: Identificación y verificación de los factores de éxito

Finalmente, para llegar al entregable final, se toman como insumo las conclusiones escritas en la fase anterior, para establecer los factores que el equipo de TG propone como factores de éxito y que son expuestos en la matriz indicada en la tabla 8. En ella se especifican los factores de éxito presentes en las fases de alineación y formulación que aportan a los resultados esperados a nivel de producto, efecto e impacto, de acuerdo con las declaraciones de cada nivel mencionado en el marco teórico.

Tabla 8.
Entregable final: Factores de éxito

FASE\RESULTADO	PRODUCTO	EFECTO	IMPACTO
Alineación			
Formulación			

Nota: Elaboración propia

La codificación de estos factores de éxito está dada por:

F __ __	Para los de alineación, sólo se utiliza un espacio, el cual indica el consecutivo del factor Para los de formulación, el primer espacio indica el tipo de estudio al que aplica, así: M: Mercado F: Financiero L: Legal T: Técnico A: Ambiental AD: Administrativo El segundo espacio indica el consecutivo del factor de éxito. Al final de cada factor se incluyen las conclusiones que son fuente de éste.

La versión preliminar de los factores de éxito se somete a verificación por parte de un experto de la academia en las fases de alineación y formulación, y dos expertos de la industria en temas de proyectos FVs; de tal manera que, atendiendo sus observaciones y comentarios, el listado final de los factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del SIN se encuentran en la tabla 13.

7. RESULTADOS

En este capítulo, por medio de una estructura de tabulación, se exponen los hallazgos y conclusiones resultantes del presente TG. Las fuentes de los hallazgos son: la literatura condensada en el estado del arte, las entrevistas y las encuestas; mientras que, los insumos para las conclusiones son los hallazgos.

A continuación, se enumeran los resultados encontrados del presente TG con su respectiva codificación, descripción e insumo:

7.1. Hallazgos

Los hallazgos obtenidos de la revisión de la literatura se describen en la tabla 9 con su respectiva fuente:

Tabla 9.
Hallazgos resultantes de la revisión de la literatura

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HLA01	Existe la necesidad de aumentar la participación en el sistema interconectado para diversificar toda la matriz energética del país y así asegurar el abastecimiento de la energía	(Ardila, 2019)

HLA02	En la matriz energética colombiana, las fuentes no convencionales de energía renovable sólo cuentan con una participación del 1%	(BID, 2020)
HLA03	El Gobierno colombiano estima aumentar en 1.500 MW la generación de energías limpias, esto mediante la expedición de regulación técnica y ambiental faltante para este tipo de desarrollo y acatando los compromisos de acuerdo de París de 2015	PND,2018 (DNP, 2018),
HLA04	Alrededor del mundo han surgido una serie de iniciativas que le hacen frente al cambio climático y que promueven el uso de las energías renovables, facilitando así su integración en la red eléctrica de los países participantes.	(Tapias et. al, 2018)
HLA05	Se evidencia un crecimiento de iniciativas con fuentes renovables registradas ante la UPME en los últimos años, en especial luego de la expedición de la Ley 1715 de 2014	(DNP, 2018)
HLA06	Es importante contar con la comunicación y participación de todos los agentes integrantes de la cadena de valor en la definición de los objetivos y metas de los proyectos para el éxito de este tipo de proyectos en el sector	(Calle et al., 2017)
HLA07	El Gobierno colombiano cuenta con espacios en los que, les facilita a las empresas privadas, participar con sugerencias u observaciones a la normativa.	(Benavides, 2018) (Pereira, 2016)
HLA08	Se deben establecer estrategias adecuadas de comunicación y socialización con las comunidades involucradas, de tal manera que se genere un verdadero plan de responsabilidad social con ellas.	(Calle et al., 2017)
HLA09	En Colombia, la población no se interesa en el uso de fuentes FERNC, porque no se han desarrollado estrategias de comunicación, ni de divulgación sobre sus beneficios en el país	(Calle et al., 2017)
HLA10	En cuanto al éxito de los proyectos, éste se mide con relación a sus objetivos después de un tiempo en el que se pone en marcha; y debe existir una oficina u área que evalúe este éxito determinando si los resultados cumplieron con los objetivos del negocio.	(PMI, 2017)

HLA11	Para aumentar la probabilidad de éxito en los proyectos debe haber: a. Planificación y definición de los objetivos del proyecto, así como del alcance claro; b. Participación y alto nivel de compromiso de las partes interesadas.; c. Buena comunicación entre los interesados; d. Seguimiento y evaluación del progreso del proyecto para detectar problemas con anterioridad	(PNUD, 2009)
HLA12	El resultado final de un proyecto debería reforzar el énfasis en los cambios de desarrollo y mejoras reales en la vida de la gente, en resultados que se pueden dar en tres niveles: producto, efecto e impacto.	(PNUD, 2009)
HLA13	Se identifica la existencia de políticas de sostenibilidad en las empresas que se encargan del desarrollo de este tipo de proyectos, lo que permite la viabilidad de estos dentro de la organización.	(ECOPETROL, 2020), (EMGESA, 2020)
HLA14	Contar con un patrocinio comprometido de alto nivel que sea consciente de la importancia del proyecto para la consecución de los objetivos estratégicos de la organización es una buena práctica.	(Crispieri, 2019)
HLA15	Los objetivos del proyecto se deben establecer con base en las directrices estratégicas de la organización para garantizar su implementación.	(Crispieri, 2019)
HLF01	La posición geográfica de Colombia es un factor favorable debido a que le permite contar con los niveles de radiación más altos del mundo, lo que facilita la implementación de proyectos de energía fotovoltaica, complementando su sistema de generación y contribuyendo a la protección del medio ambiente y confiabilidad del sistema.	(Cortés et al., 2020)
HLF02	Actualmente, en el mercado energético colombiano existen dos maneras de comercializar la energía: una es a través de contratos bilaterales resultantes de subastas organizadas por el Estado en la que se hace un acuerdo a largo plazo, las cuales favorecen más la penetración de energías renovables no convencionales; y la otra es a	(Benavides et al., 2018), (Corzo, 2013)

	través de transacciones en la bolsa de energía en la que se constituyen acuerdos solo a corto plazo	
HLF03	La expedición de la Resolución 40715 de 2019, la cual estipula que los comercializadores del MEM estarán obligados a que el 10% de las compras de energía para atender a usuarios finales del mercado regulado, deben provenir de FERNC a través de contratos de largo plazo, asegura la inversión en este tipo de proyectos y la venta de su energía	(MME, 2019) (Velasco Muñoz, 2019).
HLF04	Los contratos bilaterales reducen la volatilidad del precio de la energía haciéndolos atractivos para aquellos agentes que prefieren evitar el riesgo.	(Calle et al., 2017)
HLF05	El MME instauró las subastas organizadas por el Estado para promover la contratación de largo plazo	(Benavides et al., 2018)
HLF06	Colombia ha estado siempre muy comprometida con los acuerdos ambientales suscritos internacionalmente y por ello ha expedido normativas que fomentan el uso de las fuentes no convenciones de energía	(Serna Peña & Maestre Gallego, 2018)
HLF07	Una de las principales finalidades de la Ley 1715 de 2014 es incentivar la penetración de las FERNC en la matriz energética colombiana, y para ello, el Gobierno ha expedido decretos y resoluciones que la reglamentan y hacen posible el acceso a los incentivos tributarios que promulga dicha ley, y que son aplicables a personas u organizaciones que desarrollen proyecto con este tipo de energías.	(Calle et al., 2017), (Ñustes & Rivera, 2017)
HLF08	A pesar de que la energía solar fotovoltaica es considerada como energía limpia, la normativa vigente exige que se realice un trámite ambiental ante las entidades competentes para poder acceder a los beneficios que describe la ley. Y es por esto por lo que, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, delega a la ANLA la función de expedir los certificados ambientales por nuevas inversiones en los proyectos de FERNC	(Tapias et. al, 2018)

HLF09	En el caso de estudios de análisis ambiental preliminar, se realiza una caracterización del área de influencia directa e indirecta del proyecto, teniendo en cuenta los posibles impactos que pudiese llegar a generarse en los componentes físicos, bióticos y sociales del entorno.	(SER Colombia, 2017b)
HLF10	El mayor impacto ambiental en la implementación de proyectos FVs, se da durante la fase de construcción a nivel de: afectación del suelo, calidad del agua, generación de residuos sólidos, impacto sobre la flora, fauna y paisaje, y los impactos socioeconómicos.	(SER Colombia, 2017b)
HLF11	Colombia carece de desarrollo y producción de elementos tecnológicos requeridos para la ejecución de proyectos de FERNC.	(Calle et al., 2017)
HLF12	La normativa existente busca la disminución en el costo de las importaciones de los equipos tecnológicos requeridos para la implementación de proyectos FERNC, dejando de lado el presupuesto en investigación para el avance en este campo.	(Calle et al., 2017)
HLF13	Existe diversidad de fuentes de financiación (nacionales e internacionales), las cuales se pueden detallar en el Anexo D; así como y figuras o acuerdos comerciales como el arrendamiento o contratos PPA que permiten obtener los recursos económicos para llevar a cabo iniciativas de proyectos FVs	(Ñustes & Rivera, 2017) (J. López & López, 2017).
HLF14	La modalidad de financiamiento de arrendamiento o *leasing* ha sido de las más utilizadas para instalación de sistemas fotovoltaicos, principalmente para aplicación de autogeneradores.	(J. López & López, 2017)
HLF15	La PMO es la encargada de hacer que la organización crezca dando vía libre a las iniciativas que además de estar alineadas entre sí, están alineadas también con la estrategia organizacional	(Crispieri, 2019)
HLF16	La tecnología FV presenta mayor facilidad de incursión al mercado colombiano, a comparación de las otras FERNC, por su menor costo de inversión inicial y de instalación	(Biter & Chamas, 2017)
HLF17	Es necesario fomentar el mercado intradiario y dinamizar el mercado a través de mecanismos de comercialización a largo plazo, para lograr aumentar la participación de FERNC en la matriz energética	(Ardila, 2019).

HLF18	La escaza oferta de generadores en el país eleva el precio de bolsa de la energía, por lo que se sugiere un mercado de contratos anónimos y estandarizados	(Benavides et al., 2018)
HLF19	El cargo por confiabilidad debe ser sustituido por un mecanismo de entrada por contratos que nivele la competitividad entre las fuentes de energía.	(Benavides et al., 2018)
HLF20	Se destaca el mecanismo de entrada mediante subastas por contratos de largo plazo para la penetración de las FERNC, pero preferiblemente, sin ser mezcladas con otras fuentes.	(Benavides et al., 2018)
HLF21	El mecanismo del cargo por confiabilidad deja en desventaja competitiva a las FERNC frente a las fuentes de energía convencionales.	(Calle et al., 2017)
HLF22	Los proveedores de elementos tecnológicos y servicios para proyectos FVs se encuentran concentrados en un número limitado de oferentes, convirtiéndose en una amenaza para la competitividad de las FERNC.	(Calle et al., 2017)
HLF23	La ley 1715 de 2014 fue la propulsora para el desarrollo de proyectos renovables en Colombia.	(Biter & Chamas, 2017), (López & López, 2017).
HLF24	Existe avance normativo en el país para la incursión de las FERNC en la matriz energética colombiana; sin embargo, aún falta eficiencia en los trámites para acceder a los beneficios que expone la ley, y es necesario, fortalecer el vínculo entre las agencias estatales y los actores privados de gran relevancia para el correcto desarrollo e implementación de las energías renovables.	(Benavides, 2018) (Pereira, 2016)
HLF25	El trámite de solicitudes para acceder a la red es excesivamente costoso y más aún, cuando se obliga a que las nuevas conexiones requieran de acceso a subestaciones de propiedad de terceros, quienes	(Benavides, 2018)

	interponen obstáculos que en algunas ocasiones imposibilitan el libre acceso e intercambio de energía.	
HLF26	La transformación del sector eléctrico para la incursión de las FERNC exige un fortalecimiento de las instituciones y el desarrollo de mecanismos de participación ciudadana con políticas vinculantes	(Ardila, 2019)
HLF27	Con el fin de implementar exitosamente el plan de expansión y ampliación de la cobertura del servicio de energía en Colombia, es necesario instalar sistemas de monitoreo y caracterización del desempeño de los módulos fotovoltaicos, así como la incidencia del clima sobre la potencia generada.	(Cortés et al., 2020)
HLF28	Para lograr encontrar la ubicación apropiada del sistema FV, mejorar el funcionamiento y la confiabilidad y, en consecuencia, el rendimiento energético y económico, el control operativo y el análisis de datos (adquisición, monitoreo, control y mediciones) son esenciales.	(Cortés et al., 2020)
HLF29	Es importante tener certeza en la confiabilidad de los datos de radiación solar para dimensionar un sistema FV	(García Garnica et al., 2018)
HLF30	Para la instalación de sistemas FVs en Colombia, son críticas las siguientes variables: radiación solar, el brillo solar, la eficiencia de las celdas fotovoltaicas, el voltaje de la instalación del sistema FV, la temperatura del ambiente, la vida útil del panel solar y demás equipos de la instalación, así como su potencia.	(Estévez et al., 2018)
HLF31	El Estudio de Impacto Ambiental es uno de los factores más relevantes y determinantes en la factibilidad de un proyecto.	(García, et. al, 2016)
HLF32	El proceso actual para la obtención del licenciamiento o permiso ambiental resulta ser muy burocrático generando desinterés en los posibles inversionistas, debido a que, no generan valor agregado para determinar la factibilidad de la alternativa de generación	(Correa, 2018)
HLF33	Los términos de referencia vigentes (TdR-015) no se ajustan de forma adecuada a los proyectos FVs; por el contrario, siguen soportados en	(Correa, 2018)

	los términos aplicables a proyectos de generación con fuentes hídricas.	
HLF34	Los beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014 permiten que la generación solar fotovoltaica sea competitiva con respecto a las tecnologías convencionales.	(Ramírez et al., 2017)
HLF35	A pesar de que los sistemas FVs requieren una mayor inversión inicial, sus costos de producción energética unitaria son significativamente menores a los costos de generación de otra tecnología, por lo que generan, mayor rentabilidad a corto y mediano plazo	(Ramírez et al., 2017)
HLF36	Los costos de la tecnología FV han bajado por la masiva producción de los componentes en China, promoviendo su implementación en el mercado. Sin embargo, esta viabilidad puede verse amenazada por la dependencia en Colombia de los desarrollos provenientes del resto del mundo, ya que, al no hacer inversión en Investigación y Desarrollo en este tema, a largo plazo puede tener restricciones en el uso de mejores tecnologías o se deberá pagar mayores precios por el uso de patentes.	(Calle et al., 2017)
HLF37	Los acuerdos de compra de energía son rentables, porque en ellos, el Valor Presente Neto (VPN) que paga el usuario por la energía en los años del acuerdo es inferior al VPN de seguir comprando energía convencional al comercializador u operador de red.	(López & López, 2017).
HLF38	Se contemplan estructuras funcionales dentro de diferentes estudios de factibilidad de proyectos FVs, donde se identifica tanto el personal técnico especialista en el tema, como otras áreas funcionales que soportan la actividad de los proyectos, por ejemplo: compras, financiera, mercadeo, calidad, entre otros	Mejía (2017), (Cortés & Torres, 2019)
HLF39	Existen 3 áreas que se destacan para el funcionamiento de una empresa que formule e implemente proyectos FVs: el área de ventas, el equipo técnico y la administración.	(Toro, 2018)

HLF40	La factibilidad de la incursión de los sistemas FVs depende de tres factores: el costo de la energía eléctrica, el recurso solar de la zona y los incentivos tributarios ofrecidos por el Gobierno.	(Biter & Chamas, 2017)

Nota: Elaboración propia

Los hallazgos obtenidos de las entrevistas se encuentran en la tabla 10:

Tabla 10.
Hallazgos obtenidos de las entrevistas

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HIA01	Las organizaciones donde laboran los entrevistados, los resultados que más mencionan y esperan obtener en proyectos fotovoltaicos, son: a. Rentabilidad b. Beneficios tributarios c. Transición o diversificación de la matriz energética colombiana	Pregunta No. 1
HIA02	Parte de los entrevistados indicaron que no existen objetivos específicos para el proyecto, sino que se establecen en forma genérica para el negocio y que todos los conocen. Lo que sí hay, son objetivos para cada área organizacional, que se pueden traducir en el alcance del trabajo de cada una de ellas o en los objetivos operativos que también son transmitidos oportunamente para que todos sepan hacia dónde van.	Pregunta No. 2
HIA03	Dentro de los objetivos operativos de las organizaciones, se pueden identificar: a. Consecución de los permisos y/o licencias ambientales para poder establecer estos proyectos b. Autorización para la conexión de tal manera que la energía se pueda exportar c. Consecución de los inversionistas y bancos para el cierre financiero d. Construcción y operación eficiente	Pregunta No. 2
HIA04	En la definición de los objetivos del proyecto y aprobación final del mismo, los entrevistados afirmaron que intervienen: a. Comité de inversión b. Junta directiva o gerencia general c. Comité de aprobación	Pregunta No. 3

HIA05	El alto nivel de apropiación de los objetivos del proyecto por parte del equipo es importante para garantizar el cumplimiento de dichos objetivos; esto a través de: a. Evidenciando datos y resultados reales b. Tener claridad de quién responde cuando pasa algo dentro de la cadena c. Haciendo partícipes a terceros o interesados del éxito del proyecto d. Empoderamiento del equipo y el propietario del proyecto e. Reconocimiento y valoración del trabajo de cada uno de los miembros	Pregunta No. 4
HIA06	Para garantizar la transferencia de conocimiento y de la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, es necesario que el personal que participa en la planeación del proyecto esté presente durante la ejecución de este	Pregunta No. 7
HIA07	En el caso en el que las personas que planean el proyecto no sean las mismas que lo ejecutan; es importante designar un interventor con los lineamientos claros o hacer un acompañamiento permanente a los encargados de ejecutar el proyecto	Pregunta No. 7
HIA08	El monitoreo del cumplimiento de los objetivos es un factor para garantizar tal fin, sin embargo, lo realizan de diferentes maneras, tales como: a. A nivel técnico, a través de equipos y software que permiten la medición en tiempo real de los parámetros de generación b. A nivel administrativo se hace designando un interventor y/o responsable de establecer hitos de seguimiento c. Manteniendo informado al cliente sobre el precio del kW/h d. Estableciéndolo como entregable u objetivo de un área específica e. Indicadores, KPI’s y sistemas de información	Pregunta No. 8

HIA09	Como factores adicionales para garantizar la obtención de los objetivos esperados, se identifican: a. Realizar y ejecutar un adecuado plan de mantenimiento b. Estructurar muy buenas especificaciones técnicas c. Educación para apropiarse de la tecnología disponible	Pregunta No. 9
HIA10	No se reconoce la importancia de la fijación como meta de Gobierno, el aumento en la capacidad instalada de energía fotovoltaica para promover su incursión, con el fin de contribuir a lo acordado en la Conferencia sobre el Cambio Climático de París (COP21)	Pregunta No. 10
HIF01	Las empresas que formulan proyectos de autogeneración no hablan de variables de mercado porque los ejecutan precisamente para atender su propio consumo; sin embargo, sí identifican como variable de decisión si realmente ahorran en sus gastos de consumo de energía; es decir, el precio del kW/h	Pregunta No. 10
HIF02	Las empresas que formulan proyectos para generación inyectada a la red identificaron las siguientes variables de decisión para entrar al mercado: a. Precio del kW/h b. Confiabilidad c. Potencial energético del país d. Existencia de regulación definida	Pregunta No. 10
HIF03	En cuanto a la operación del mercado, los entrevistados que formulan proyectos para generación inyectada a la red afirman que el mecanismo más adecuado para permanecer en el mercado e incentivar realmente la participación de los proyectos fotovoltaicos es a través de contratos bilaterales.	Pregunta No. 10
HIF04	Se identifican las siguientes variables técnicas como necesarias en este estudio para obtener la viabilidad: a. Recurso solar b. Tamaño de la instalación c. Tipo de tecnología d. Rendimiento de la tecnología e. Cercanía de la instalación al punto de conexión f. Disponibilidad del terreno. Que no sea necesario negociar con muchos dueños o que genere problemas sociales.	Pregunta No. 11

	g. Eficiencia energética h. Demanda pico	
HIF05	Para la viabilidad técnica y económica, los factores para tener en cuenta son punto de conexión y disponibilidad de área	Pregunta No. 12
HIF06	Los criterios para la aceptación de proyectos en cuanto al impacto ambiental son: a. Identificar y formular la mitigación de este, además de monitorear los riesgos asociados b. Comparación con el resto de las alternativas de generación c. Verificar los recursos naturales que se están utilizando d. El impacto paisajístico y la disposición de residuos e. Identificar los posibles actores con los que habrá interacción, tales como resguardos indígenas o comunidades aledañas, quienes podrían frenar el proyecto	Pregunta No. 14
HIF07	Los indicadores ambientales que se deben monitorear son: a. A través de fichas de seguimiento b. Equivalentes de CO2 y NO2 c. Tema biótico y abiótico d. Reducción de emisiones de CO2	Pregunta No. 15
HIF08	Dentro del estudio financiero y de financiación, el indicador por excelencia es la TIR, pero también se encuentran los siguientes: a. WACC b. *Payback* c. VPN d. Análisis de sensibilidad	Pregunta No. 16
HIF09	Los mecanismos para la viabilidad financiera son: a. Créditos en bancos nacionales e internacionales b. Líneas o bonos verdes c. Fondo FENOGE d. Fondos propios	Pregunta No. 17
HIF10	Se deben tener en cuenta los siguientes estudios adicionales en la formulación de los proyectos fotovoltaicos: a. Inundabilidad b. Sismología c. Corto-circuito d. Malla tierra e. Conexión f. Nivel freático g. Condiciones de irradiación solar h. Apropiación tecnológica	Pregunta No. 18

HIF11	A nivel regulatorio, existen beneficios de la ley 1715, por parte de la CREG y la 030 por la venta de excedentes que facilitan la implementación de los proyectos fotovoltaicos	Pregunta No. 19
HIF12	En lugar de que exista mayor regulación, debería considerarse: a. Mayor dinamismo en el mercado para mayor competencia entre los agentes b. Se espera que no se convierta en un monopolio entre los agentes c. Debe exigir una reglamentación diferenciada de las otras tecnologías por la naturaleza intermitente del recurso.	Pregunta No. 19
HIF13	El principal interés en realizar proyectos fotovoltaicos en Colombia es que, gracias a la regulación actual, y específicamente a los incentivos propuestos por la ley 1715 de 2014, este tipo de proyectos son financieramente viables.	Pregunta No. 19

Nota: Elaboración propia

Los hallazgos obtenidos de las encuestas se encuentran en la tabla 11:

Tabla 11.
Hallazgos obtenidos de las encuestas

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
HEA01	El principal efecto a nivel organizacional que los encuestados buscan generar con un proyecto fotovoltaicos es: a. Mejorar imagen corporativa por sello verde (5); b. Generar conciencia ambiental dentro de los miembros de la organización (6); c. Competitividad en el mercado (26)	Pregunta No. 13
HEA02	Los factores de éxito que garantizan la consecución de los efectos organizacionales mencionados anteriormente identificados por los encuestados son: a. Involucrar en una etapa temprana a los principales interesados (27) b. Capacitar al personal sobre los beneficios de este tipo de proyectos (10) c. Involucrar el área de marketing para mostrar los beneficios (11) d. Adquirir conocimiento especializado (15)	Pregunta No. 14

HEA03	Los encuestados identifican que los efectos económicos que buscan generar las empresas con los proyectos fotovoltaicos, del más relevante al menos relevante, son: a. Rentabilidad (70,30%) → más relevante b. Obtener beneficios tributarios (40,50%) c. Ahorro en el gasto de consumo de energía (35,20%) d. Ingreso extra por venta de excedentes (35,20%) e. Venta de bonos de carbón (59,50%) → menos relevante	Pregunta No. 10
HEA04	Los encuestados identifican que los factores más importantes que facilitan la obtención de los efectos económicos, del más relevante al menos relevante, son: a. Precio kW/h (56,80%) → más relevante b. Bajos costos de los componentes de los sistemas fotovoltaicos (37,80%) c. Incentivo tributario (32,40%) d. Bajo costo de Operación y Mantenimiento (32,40%) e. *Time to market* bajo de los proyectos fotovoltaicos (24,40%) → menos relevante	Pregunta No. 11
HEA05	Los encuestados realizan una priorización de los principales impactos que buscan obtener con los proyectos fotovoltaicos, para lo que se obtiene los siguientes resultados: a. Reducción de huella de carbono (54,1%) b. Cambio o diversificación de la matriz energética (21,6%%) c. Reducir el precio de bolsa del kW/h (16,2%) d. Generar confiabilidad al sistema (8,1%)	Pregunta No. 17
HEA06	Los factores de éxito que garantizan la obtención de los impactos mencionados anteriormente son: a. Incluir el impacto dentro de los objetivos de la organización (32) b. Identificar y gestionar como interesados a las organizaciones de desarrollo (Ejemplo: ONU) (4) c. Otro (Riesgo país, regulación energética, tramitación ambiental) (1)	Pregunta No. 18

HEA07	Los factores que ejercen influencia para la obtención de los resultados esperados en los proyectos fotovoltaicos en orden de prioridad de acuerdo con los encuestados son: a. Definir y documentarlos (37,9%) b. Definirlos desde un alto nivel jerárquico dentro de la compañía (27%) c. Establecer plan de monitoreo para cada fase del ciclo de vida del proyecto (18,9%) d. Comunicarlos a todos los interesados (16,2%)	Pregunta No. 19
HEA08	Los encuestados indican que los roles que deben participar en la definición de los objetivos del proyecto para garantizar su cumplimiento de manera exitosa son: a. Gerente del proyecto (35) b. Gerente del programa (6) c. Gerente de portafolio (5) d. Stakeholders más relevantes identificados (16) e. Analista de negocio (17) f. PMO (Oficina de gestión de proyectos) (19)	Pregunta No. 20
HEA09	Los encuestados afirman que los principales factores que promueven/fortalecen el compromiso de los interesados con los objetivos de los proyectos, son: a. Reconocimiento/Incentivos hacia el equipo del proyecto (22) b. Involucramiento temprano (18) c. Mostrar/Evidenciar beneficios (27) d. Capacitación al personal (16) e. Empoderamiento del usuario final (6) f. Generar beneficios secundarios. (11)	Pregunta No. 21
HEA10	Los encuestados consideran como factor de éxito, la meta de expansión de la capacidad instalada de este tipo de generación a 1500 MW, descrito en el Plan de Desarrollo 2018-2022, para facilitar la implementación de proyectos fotovoltaicos en Colombia. Los resultados de quienes concuerdan o no con esta afirmación, son:	Pregunta No. 23

	a. Si (27) b. No (10)	
HEA11	De acuerdo con lo indicado por los encuestados frente a su posición de, si es considerado como factor de éxito para alcanzar los objetivos del proyecto, la participación en la ejecución del equipo involucrado en las fases de planificación/estructuración/alineación y formulación, se obtuvieron los siguientes resultados: a. Si (33) b. No (4)	Pregunta No. 24
HEA12	Para facilitar la implementación de este tipo de proyectos en el país, es necesario incluir dentro de la fase de alineación, los objetivos de desarrollo sostenible implementados por la ONU. Los encuestados que están de acuerdo o no con esta afirmación, son: a. Si (31) b. No (6)	Pregunta No. 25
HEF01	De los 12 encuestados que desarrollan proyectos fotovoltaicos con fines de autogeneración, identifican que es más eficiente realizarlos a través de: a. Contratos PPA (4) b. Contratos financieros (3) b. El propietario del proyecto (5)	Pregunta No. 4
HEF02	De los 25 encuestados que desarrollan proyectos fotovoltaicos con fines de generar energía inyectada a la red, identifican que los factores que ejercen mayor influencia en la decisión de entrar al mercado de generación en Colombia son: a. Existencia de regulación en el mercado (12) b. Necesidad de disminuir la dependencia del recurso hídrico (12) c. Regulación técnica exigida para la conexión al Sistema Nacional (6) d. Existencia de la demanda regulada y no regulada (6) e. Normativa que asegura la libre competencia (4) f. Potencial energético del país (17) g. Diversificación de las soluciones de generación de la compañía (6) h. Proyección del crecimiento de la demanda energética del país (17) i. Posibilidad del acceso al Cargo por Confiabilidad (3)	Pregunta No. 5

	j. Otros (Mercado para PPA para ERNC y Tarifas, Legislación favorable) (2)	
HEF03	De los 25 encuestados que desarrollan proyectos fotovoltaicos con fines de generar energía inyectada a la red, identifican que el mecanismo de entrada más eficiente al mercado mayorista es: a. Subastas organizadas por el estado (11) b. Subastas organizadas por privados (14)	Pregunta No. 6
HEF04	Los 25 encuestados que desarrollan proyectos fotovoltaicos con fines de generar energía inyectada a la red afirman que el mecanismo más adecuado para garantizar la participación de este tipo de proyectos en el mercado energético colombiano es: a. *Merchant* (Transacciones en bolsa) (3) b. Contratos (22)	Pregunta No. 7
HEF05	De los 22 encuestados que afirmaron que el mecanismo más adecuado para garantizar la participación de los proyectos fotovoltaicos en el mercado energético colombiano es a través de contratos, identifican como mejor opción: a. Contratos PPA (17) b. Contratos financieros (5)	Pregunta No. 8
HEF06	Los encuestados identifican las siguientes variables como determinantes para la viabilidad técnica de los proyectos fotovoltaicos: a. Recurso solar (30) b. Disponibilidad de área/terreno (26) c. Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos (10) d. Tecnologías disponibles (8) e. Cercanía al punto de conexión (26) f. Eficiencia energética de la instalación (9) g. Curva de carga (12)	Pregunta No. 9
HEF07	Los encuestados afirman que el tipo de financiación que considerarían sus empresas para obtener los indicadores financieros esperados con los proyectos fotovoltaicos; por ejemplo: TIR, VPN, Relación C/B, *Payback*, entre otros es: a. Fondos propios (6) b. Arrendamiento (*leasing*) (4)	Pregunta No. 12

	c. Contratos *PPA* (*Power Purchase Agreement*) (14) d. Préstamos con bancos comerciales nacionales (6) e. Préstamos con bancos internacionales (2) f. Fondos de inversiones verdes (5)	
HEF08	A nivel ambiental, los encuestados afirman que las variables que ejercen mayor influencia en la consecución de los permisos o licencias ambientales para la implementación de proyectos fotovoltaicos son: a. Uso del suelo (18) b. Uso del agua (10) c. Vegetación (19) d. Gestión de residuos (3) e. Componente arqueológico (13) f. Componente paisajístico (4) g. Afectación social (21) h. Otro (Aprobación del operador de red, diseño y tiempos de aprobación de conexión) (4)	Pregunta No. 15
HEF09	Los factores que garantizan la mínima afectación ambiental sobre los componentes anteriormente identificados son: a. Educación a la gente, tanto al equipo de trabajo como a los interesados y a la comunidad (17) b. Cercanía de la instalación al punto de conexión (17) c. Tecnología más eficiente y con opción de realizar monitoreo en tiempo real del sistema (10) d. Adecuada gestión de residuos (5) e. Terrenos que requieren menor movimiento de tierra (22) f. Acompañamiento permanente de personal ambiental especializado (15) g. Tratamiento adecuado de aguas residuales generadas durante la operación del proyecto (6)	Pregunta No. 16
HEF10	En el ámbito administrativo, los encuestados opinan que la unidad que debería delegar la función de monitoreo y control de la operación del producto del proyecto es: a. Unidad exclusiva de monitoreo y control (15) b. Unidad organizacional ya existente (22)	Pregunta No. 22

	c. No es necesario el monitoreo y control después de implementado el proyecto (0)	
HEF11	Los encuestados indican los estudios de alta prioridad para garantizar la obtención de los resultados esperados de los proyectos, los cuales son: a. Estudio de corto-circuito (16) b. Estudio de sismología (0) c. Estudio de inundabilidad (13) d. Estudio ambiental (33) e. Otro (no sé, formulación técnica del proyecto, financieros, estudio topográfico y estudio geotécnico) (4)	Pregunta No. 26
HEF12	Frente a la opinión de las empresas sobre qué hace falta para la obtención de los máximos beneficios, los encuestados respondieron: a. Más conocimiento técnico (11) b. Mayor interés por parte de los usuarios finales (19) c. Mejor software de diseño (1) d. Más espacios de participación de privados en la regulación (18) e. Procedimientos estatales más eficientes (28) f. Mejoras en los procesos de importación de los equipos (8)	Pregunta No. 27

Nota: Elaboración propia

7.2. Conclusiones

Con base en los hallazgos anteriormente mencionados, se identifican las conclusiones dentro de la tabla 12:

Tabla 12.
Conclusiones a partir de los hallazgos

CÓD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
C01A	Las iniciativas mundiales que buscan hacerle frente al cambio climático han sido facilitadoras para la incursión de las FERNC en diferentes países, incluido Colombia	HLA03, HLA04,
C02A	Los espacios de participación de los que dispone el Gobierno para fortalecer el vínculo entre entidades públicas y privadas garantizan la exitosa incursión de los proyectos fotovoltaicos al SIN; facilitando canales de comunicación cuyo fin es proponer mejoras a los procesos estatales.	HLA06, HLA07, HLF24, HLF26, HEF12

C03A	Durante la fase de ejecución de los proyectos FV se produce una afectación social sobre las comunidades aledañas lo que supone un trabajo conjunto con ellas para disminuir el riesgo en la no consecución del permiso o licenciamiento ambiental.	HLA08, HEF08, HIF06
C04A	El bajo interés de la población colombiana en el uso de las FERNC a causa del desconocimiento de sus beneficios ha influenciado en la poca participación que tiene esta tecnología dentro del SIN.	HLA02, HLA09, HEA02, HEF12
C05A	La definición y aprobación de los objetivos del proyecto, se puede realizar desde un alto nivel jerárquico o desde el gerente de proyectos.	HIA04, HEA08, HLA14
C06A	Para garantizar el cumplimiento de los objetivos, se debe asegurar una correcta transferencia de conocimiento entre las personas que planean y las que llevan a cabo el desarrollo de los proyectos fotovoltaicos	HLA06, HIA06, HIA07, HEA11
C07A	Los objetivos por los cuales fue propuesto el proyecto requieren de seguimiento y evaluación al producto del proyecto para asegurar su cumplimiento a través de una unidad existente en la organización.	HLA10, HLA11, HLF15, HEF10
C08A	En la práctica colombiana se reafirma lo expuesto en el Programa de las Naciones Unidas en lo relacionado a que, para aumentar la probabilidad de éxito en los proyectos, debe haber un alto nivel de compromiso y apropiación de las partes interesadas hacia los objetivos del proyecto.	HLA06, HLA11, HIA05
C09A	Al igual que lo indicado por el PNUD, en la práctica colombiana también se afirma que es necesario establecer objetivos desde el inicio del proyecto; sin importar si se hablan de los del negocio o los operativos de cada área, con el fin de alinear los esfuerzos hacia un resultado común que cumpla con los requerimientos del producto, contribuya con la estrategia de la organización y con las metas nacionales y las internacionales en temas ambientales.	HLA11, HIA02, HEA1, HEA05, HEA06
C10A	Los ODS favorecen la implementación de los proyectos fotovoltaicos, dado que, al incluirlos como objetivos del proyecto, aportarán al cumplimiento de estos y a las metas de desarrollo nacional.	HLA03, HIA10, HEA05, HEA10, HEA12
C11A	Con el fin de obtener la competitividad en el mercado que les brinda a las organizaciones la implementación de proyectos fotovoltaicos, hay	HLA06, HLA11, HIA05, HEA02

	que involucrar en una etapa temprana a los principales interesados para obtener el apoyo y respaldo necesario para llevar a cabo el proyecto	
C12A	Para la obtención de los resultados esperados por los proyectos de generación FV, dos factores importantes, según la literatura y para empresas del sector, son: definir y documentarlos desde un alto nivel jerárquico dentro de la empresa.	HEA07, HLA14
C13A	Mostrar/evidenciar los beneficios y dar los reconocimientos/incentivos hacia el equipo del proyecto promueve el compromiso de ellos con los objetivos del proyecto.	HIA05, HEA09
C14A	La alineación de las políticas sostenibilidad de las organizaciones con la estrategia organizacional asegura la implementación y viabilidad de los proyectos fotovoltaicos; a través de una unidad organizacional se asegura dicha alineación para obtener los resultados esperados.	HLA13, HLA15, HLF15
C01F	El potencial energético con el que cuenta el país dada su posición geográfica es un factor impulsor del desarrollo de proyectos fotovoltaicos, de esta manera, se espera asegurar el abastecimiento de la energía y la diversificación de la matriz energética	HLA01, HLF01, HIA01
C02F	Los acuerdos de compra y venta de energía a largo plazo resultantes de subastas o contratos de arrendamiento o PPA, son favorables para la penetración de las FERNC porque además de no requerir inversión inicial, disminuyen el riesgo estableciendo precios fijos de comercialización y contribuyen con la obtención de los indicadores financieros esperados.	HLF02, HLF04, HLF05, HLF13, HLF17, HLF20, HLF44, HIF03, HIF08, HEF01, HEF03, HEF04, HEF05, HEF07
C03F	La reglamentación vigente favorece no solo la inversión en FERNC, sino también la venta de la energía producida a partir de dichas fuentes obligando a los comercializadores a comprarla y asegurando el ingreso para los generadores.	HLF03, HLF06, HLF07, HIF11
C04F	El proceso de licenciamiento ambiental evalúa con especial enfoque la gestión planteada a nivel del suelo, calidad del agua, generación de residuos sólidos, impacto sobre la flora, fauna y paisaje, y los impactos	HLF10, HIF06, HEF08

	socioeconómicos exigiendo al detalle todas las posibles afectaciones y su plan de respuesta.	
C05F	El precio de la tecnología fotovoltaica está directamente influenciado por el reducido número de productores, lo cual, unido al bajo desarrollo en esta materia en Colombia, se convierte en una amenaza para el mercado al volverlo dependiente de las tecnologías y precios del exterior.	HLF11, HLF12, HLF18, HLF22, HLF43, HIF01, HIF02
C06F	A pesar de existir facilidades de financiación para proyectos fotovoltaicos con préstamos de entidades bancarias nacionales e internacionales, éstas no suelen ser las preferidas por los promotores de este tipo de proyectos desconociendo su portafolio en energías verdes que facilitan la implementación de este tipo de proyectos.	HLF13, HLF14, HIF09, HEF07
C07F	Al evaluar alternativas de proyectos FERNC, en los costos de inversión inicial, de instalación y de producción energética unitaria, se encuentra la diferencia de los resultados financieros.	HLF16, HLF42
C08F	El cargo por confiabilidad que se le asignan a proyectos de generación con fuentes convencionales deja en desventaja competitiva a las FERNC al momento de evaluar alternativas de generación.	HLF19, HLF21, HIF02
C09F	Los elevados costos en trámites inoficiosos están imposibilitando la implementación de proyectos FV y el libre acceso al mercado.	HLF25, HIF12
C10F	En temas técnicos es clave contar con: un plan de monitoreo del desempeño de los módulos FV, el análisis de datos como radiación y brillo solar obtenidos de fuentes confiables y certeros y con celdas eficientes.	HLF27, HLF28, HLF29, HLF30, HIA09, HIA08,
C11F	El proceso de licenciamiento ambiental requiere de acompañamiento de personal especializado dada la rigurosidad exigida para su obtención y lo determinante que es para la factibilidad de los proyectos fotovoltaicos.	HLF31, HEF09, HEF11
C12F	El potencial energético del país y la proyección de la demanda, son factores que mayor influencia ejercen para la toma de decisión de entrar al mercado de generación FV	HIF02, HEF02

C13F	El mecanismo de participación que resulta más adecuado para fomentar verdaderamente la penetración de los proyectos fotovoltaicos es a través de contratos.	HLF19, HLF20, HIF03, HEF05,
C14F	La variable que más influencia ejerce para obtener la rentabilidad esperada por los proyectos fotovoltaicos es el precio del kW/h al que se transe la energía; a través de contratos a largo plazo, se asegura que el precio quede pactado entre las partes y no sufra variaciones que afecten el resultado final.	HLF02, HLF04, HLF17, HLF40, HIF01, HIF02, HEA04
C15F	Las empresas encargadas del desarrollo de proyectos de generación FV en Colombia concuerdan con lo hallado en la literatura al identificar que las variables técnicas de mayor relevancia son las relacionadas con el recurso solar, disponibilidad del terreno (contar con la menor cantidad de propietarios para la negociación) y cercanía al punto de conexión.	HLF01, HLF29, HLF30, HIF02, HIF04, HIF05, HIF10, HEF06
C16F	Las variables que ejercen mayor influencia para la obtención de los permisos o licencias ambientales, de acuerdo con la literatura y las empresas encargadas del desarrollo de proyectos de generación FV, son: el uso del suelo, vegetación y la afectación social.	HLF09, HLF10, HIF06, HEF08
C17F	Con el fin de minimizar la afectación ambiental por los proyectos FV, los encuestados afirman que se deben desarrollar en terrenos que requieran una menor cantidad de movimiento de tierra, cercanos al punto de conexión y brindar educación a los stakeholders del proyecto (equipo de trabajo, comunidad de afectación, propietario, entre otros)	HEF09
C18F	Los proyectos fotovoltaicos, por su naturaleza, exigen reglamentaciones diferenciadas de las otras tecnologías para realmente eliminar barreras de penetración al mercado mayorista.	HLF21, HLF23, HLF24, HLF41, HIF11, HEF12
C19F	Dadas las bondades de la ley 1715 de 2014 en materia de incentivos tributarios, el número de iniciativas con tecnología FV ha aumentado en los últimos años en Colombia convirtiéndolo en un propulsor para su incursión.	HLA05, HLF07, HLF23, HLF41, HIF13
C20F	A pesar de que en los diferentes estudios de factibilidad no se reconoce una oficina de proyectos, ésta sí es importante porque es la encargada de	HLF15, HLF38, HLF39

permitir el crecimiento de la organización seleccionando los proyectos que estén alineados entre sí y con la estrategia de la organización.

Nota: Elaboración propia

8. FACTORES DE ÉXITO EN LAS FASES DE ALINEACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS DEL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL

De acuerdo con los resultados anteriores, en la Tabla 13 se identifican los factores sugeridos por el equipo de TG como factores de éxito que, desde las fases de alineación y formulación, facilitan la obtención de los resultados esperados a tres niveles: producto, efecto, impacto. Así, se da respuesta a la pregunta de investigación planteada en el numeral 2.1 donde en el eje vertical, se diferencian las dos fases del del ciclo de vida del proyecto que son objeto de estudio de este TG. La fase de alineación obedece a aquélla en la que se justifica la ejecución del proyecto demostrando cómo sus beneficios contribuyen con la materialización de la estrategia de la organización; mientras que la de formulación, se orienta a la selección de una alternativa viable con base en los resultados obtenidos de los estudios de prefactibilidad y factibilidad.

En el eje horizontal se indican los tres niveles de resultados propuestos por el PNUD que deben ser alcanzables por los proyectos de desarrollo. A nivel de producto, se refiere a las variables que facilitan la incursión de los proyectos FVs al SIN y contribuyen con el cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema FV. A nivel de efecto, se identifican las variables que aportan a la materialización de la estrategia organizacional y a nivel de impacto, están las variables que favorecen el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del país y los ODS.

Al final de cada factor, se indica la(s) conclusión(es), que han sido usadas como insumo para este. Cabe resaltar que los factores de éxito identificados a nivel de producto no conllevan necesariamente a los factores de éxito de efecto ni los de efecto a los de impacto.

Tabla 13.
Factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del SIN

	PRODUCTO	EFECTO	IMPACTO
ALINEACIÓN	**F01**: Los objetivos del proyecto a nivel del producto: Deben contribuir con el cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema FV; estos deben documentarse y comunicarse con el fin de garantizar su sostenibilidad en el tiempo. (*C09A).* **F02:** Objetivos del producto del proyecto: Se deben definir y documentar los objetivos del producto del proyecto, incentivando la participación de los interesados con mayor nivel jerárquico en este proceso. (*C05A, C12A).* **F03**: Transferencia de responsabilidad: El producto debe cumplir con los requerimientos esperados mediante el acompañamiento de un representante de cada fase del ciclo de vida del producto del proyecto. (*C06A).*	**F08**: Los objetivos del proyecto a nivel de efecto: Deben contribuir a la materialización de la estrategia organizacional; estos deben documentarse y comunicarse a los principales *stakeholders*. (*C09A).* **F09:** Objetivos del producto del proyecto: Se deben definir y documentar los objetivos del proyecto alineados a la estrategia organizacional, incentivando la participación de los interesados con mayor nivel jerárquico en este proceso. *(C05A, C12A).* **F10**: Transferencia de responsabilidad: El producto debe contribuir con el cumplimiento de la estrategia organizacional, esto mediante el acompañamiento de un representante de cada fase del ciclo de vida del producto del proyecto. *(C06A).* **F11:** Monitoreo y control: Se debe identificar si en algún momento el producto del proyecto no está contribuyendo a la estrategia	**F15**: Los objetivos del proyecto a nivel de impacto: Deben favorecer el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del país y los ODS, estos deben documentarse y comunicarse a los principales *stakeholders*. *(C10A).* **F16:** Objetivos del producto del proyecto: Se deben definir y documentar los objetivos del proyecto, incluyendo los ODS y las metas de desarrollo nacional, incentivando la participación de los interesados con mayor nivel jerárquico en este proceso. *(C05A, C10A, C12A).* **F17**: Transferencia de responsabilidad: El producto debe contribuir al cumplimiento de los ODS y de las metas nacionales; esto

PRODUCTO	EFECTO	IMPACTO
F04: Monitoreo y control: Se debe identificar si en algún momento el producto del proyecto no está cumpliendo con los requerimientos funcionales del sistema, a través de una unidad existente dentro de la organización que garantice el monitoreo y control. *(C07A).* **F05:** Compromiso: Se debe promover el compromiso del equipo con los objetivos del proyecto, mediante la implementación de programas de reconocimiento e incentivos. (*C13A, C08A).* **F06:** Participación en la regulación: Buscar espacios de comunicación con los entes del Gobierno que regulan el mercado energético colombiano a fin de expresar sugerencias en esta materia que faciliten la implementación de los proyectos FV. (*C02A).* **F07:** Responsabilidad social: Se debe mantener una comunicación permanente con las comunidades que puedan verse afectadas	organizacional, a través de una unidad existente dentro de la organización que garantice el monitoreo y control. *(C07A).* **F12:** Involucramiento: Los interesados deben ser incluidos desde las fases iniciales del proyecto principalmente en el proceso de definición y documentación de los objetivos, para obtener los efectos organizacionales esperados. (*C11A, C12A)* **F13:** Involucramiento: Se debe hacer partícipe al Gerente de Proyectos en la definición de los objetivos de este, para garantizar la alineación del proyecto con la estrategia organizacional. *(C05A, C12A).* **F14:** Alineación Estratégica: Se de garantizar que el proyecto esté alineado con una planeación estratégica organizacional de enfoque verde. *(C14A).*	mediante el acompañamiento de un representante de cada fase del ciclo de vida del producto del proyecto. *(C06A).* **F18:** Monitoreo y control: Se debe identificar si en algún momento el producto del proyecto no está contribuyendo al cumplimiento los ODS y de las metas nacionales, a través de una unidad existente dentro de la organización que garantice el monitoreo y control. *(C07A).* **F19:** Alineación Estratégica: Los proyectos FV deben contribuir con los impactos ambientales y de desarrollo esperados, mediante la alineación de la estrategia organizacional con las metas del Plan Nacional de Desarrollo y los objetivos de la ONU. (*C01A).*

	PRODUCTO	EFECTO	IMPACTO
	con la implementación del producto del proyecto, con el fin de evitar la obstrucción en la implementación del sistema FV. (*C03A).*		**F20:** Comunicación: Se debe promover el interés de la población hacia este tipo de proyectos, por medio de estrategias de comunicación y divulgación de las bondades de los proyectos FV. (*C04A).*
FORMULACIÓN	**FM01:** Ingreso al mercado: Se debe fortalecer el vínculo entre el Estado y los actores privados, promoviendo activamente los mecanismos que faciliten la penetración y competitividad en el mercado. (C08F, *C09F, C18F).* **FA02:** Plan de manejo ambiental: Se debe hacer énfasis en los temas relacionados con el manejo del suelo, la vegetación y la afectación social en el Plan de Manejo Ambiental, preferiblemente a través de expertos a fin de obtener el permiso o requerido para la implementación del sistema FV. (*C04F, C11F, C16F).*	**FM09:** Comercialización de energía: Se deben garantizar los ingresos del proyecto para facilitar el cierre financiero del mismo, usando contratos PPA. (*C02F, C13F, C14F).* **FA10:** Monitoreo y control: Se debe garantizar la protección y conservación del entorno acorde con las políticas de responsabilidad social de la organización, asegurando la ejecución de un Programa de control y seguimiento. *(C16F).* **FF11:** Incentivos: Se debe aplicar a los beneficios tributarios expuestos por la reglamentación vigente para facilitar la obtención de los indicadores financieros esperados. (*C19F).*	**FM15:** Matriz energética: Se debe asegurar la venta de la energía producida por las FERNC a través de la participación en las subastas organizadas por el estado con el fin de promover la diversificación de la matriz energética. *(C01F, C02F, C03F).* **FA16:** Comunicación: Se debe brindar educación a los principales interesados (comunidades aledañas al lugar de instalación, propietario del sistema fotovoltaico) sobre el manejo ambiental que debe darse

FORMULACIÓN

PRODUCTO	EFECTO	IMPACTO
FF03: Financiación: Se deben evaluar las fuentes de financiación con incentivos que mejoren la rentabilidad del proyecto, tales como, préstamos de líneas verdes. (*C06F).*		durante la operación del sistema para garantizar el mínimo impacto. *(C17F).*
FF04: Costos: Se deben evaluar alternativas de los puntos de conexión que requieran acceso a subestaciones de propiedad de terceros para disminuir costos, así como los costos de inversión inicial, de instalación y de producción energética unitaria. (*C07F, C17F, C15F).*	**FAD12:** PMO: Se debe estructurar una oficina de proyectos que facilite la materialización de la estrategia organizacional al seleccionar los proyectos que, alineados entre sí y alineados con la estrategia, den los beneficios esperados por la organización. *(C20F).*	**FA17:** Impacto social: Se debe realizar un análisis detallado de las necesidades insatisfechas de las comunidades aledañas a los sistemas FVs, para promover iniciativas que busquen subsanarlas y así establecer relaciones socialmente responsables que garanticen la sostenibilidad del producto del proyecto. *(C16F).*
FT05: Costos: Se debe garantizar cercanía al punto de conexión con el fin de reducir los costos CAPEX del proyecto. *(C17F, C15F)*	**FT13:** Rendimiento del sistema: Se deben implementar sistemas de monitoreo sobre el desempeño de los módulos fotovoltaicos con el fin de asegurar el rendimiento de la instalación, y así aportar al cumplimiento de la estrategia organizacional *(C10F).*	**FT18:** Investigación y desarrollo: Se debe promover la investigación y el desarrollo en la tecnología requerida para la implementación de sistemas FVs a fin de facilitar el desarrollo de esta al interior del país
FT06: Diseño del sistema: Se debe contar con datos de medición certeros, especialmente con historial del último año, para encontrar la ubicación apropiada, mejorar el funcionamiento y la confiabilidad y, en consecuencia, el rendimiento	**FL14:** Reglamentación: Deben mantenerse actualizados sobre la reglamentación concerniente a la Ley 1715 de 2014 y la regulación vigente, ya que, al estar en constante modificación, puede cambiar las condiciones de	

PRODUCTO	EFECTO	IMPACTO
energético y económico de los sistemas FVs. (*C01F, C10F, C12F).* **FT07:** Localización: Se deben evaluar las alternativas donde se encuentren el menor número de propietarios para facilitar la negociación en la adquisición del terreno necesario para la implementación del proyecto fotovoltaico. *(C15F).* **FT08:** Localización: Se debe garantizar la mínima afectación ambiental con los proyectos fotovoltaicos y asegurar la viabilidad técnica, escogiendo terrenos que requieran el menor movimiento de tierra posible. (*C17F).*	mercado y los parámetros para acceder a los incentivos tributarios que son necesarios para la viabilidad financiera del proyecto. (*C19F).*	y evitar la dependencia de las importaciones. *(C05F).*

9. REFLEXIONES DE LOS PROYECTOS FVS EN COLOMBIA

A manera de reflexiones sobre los proyectos FVs en Colombia, se puede afirmar que:

1. Colombia es un país que, como se ha demostrado en diferentes estudios, cuenta con una de las mejores radiaciones solares de la zona, lo que lo convierte en foco para inversionistas extranjeros con portafolio de energías limpias. No obstante, es claro que ésta no es la única variable para tener en cuenta para ingresar al mercado. La regulación también es necesaria para que una empresa extranjera decida entrar al país; por ello, es de los temas que aún ocupan la agenda del Gobierno Nacional y la que más exige cooperación por parte de todos los agentes; ya que al final, es toda la nación la que se beneficia con estas inversiones.
2. Los proyectos fotovoltaicos son iniciativas que, gracias a los incentivos tributarios expedidos por el Gobierno, han generado gran interés en los inversionistas al convertirlos en proyectos viables financieramente. Sin embargo, tienen también un alto componente social al traer beneficios para el desarrollo del individuo, la sociedad y el mundo; razón por la cual, el Gobierno juega un papel crucial no sólo como impulsor de estas iniciativas, sino también como desarrollador, especialmente en las zonas donde los costos pueden llegar a ser inviables para ciertos actores por el difícil acceso geográfico y las barreras existentes para la distribución de la energía.
3. En la experiencia se ha visto que la tecnología, por lo general, llega antes que la reglamentación; y en el tema energético del país eso es lo que se ha evidenciado. Por ello, reglamentar en su totalidad el uso de las tecnologías renovables es un proceso que toma tiempo y exige la participación de todos los actores del mercado energético mayorista, quienes, desde su perspectiva, atendiendo a sus necesidades y con base en su experiencia, aportan a la reglamentación para viabilizar la implementación de proyectos FVs en el país.
4. La evolución de la tecnología fotovoltaica en Colombia ha sido mínima debido a la falta de inversión en investigación y desarrollo por parte del Gobierno; lo cual es visto por algunos expertos como una amenaza a futuro, ya que así, el país se mantendrá dependiente de los insumos importados, minimizará las probabilidades de emplear tecnología que esté a la vanguardia y no formará personal capacitado para la correcta ejecución, operación y mantenimiento de proyectos FVs.

5. Es necesario ejecutar estrategias de sensibilización acerca de las bondades de la tecnología FV, con el fin de incentivar su uso en aplicaciones residenciales o de pequeña industria, lo cual, convertiría al usuario en un agente más activo, a las ciudades en lugares más sostenibles, y haría que la tarifa de la energía baje.
6. Un proyecto FV, visto como una inversión, es una iniciativa que es viable en Colombia. Sin embargo, son muchas las variables y los parámetros que deben tenerse en cuenta al momento de seleccionar y diseñar la mejor alternativa; tanto su formulación como ejecución, necesitan de personal técnico capacitado que esté a la vanguardia de la tecnología disponible y la requerida según la necesidad, de los requerimientos técnicos exigidos por los entes reguladores del país, y especialmente, de las implicaciones ambientales que conllevan este tipo de proyectos. En algunas ocasiones, esta gestión es la que termina inviabilizando el proyecto.
7. Las fases de alineación y formulación dentro del ciclo de vida de los proyectos FVs, y en general, dentro de cualquier proyecto, juegan un papel importante en el éxito de estos, ya que es allí donde, además de asegurar que el esfuerzo temporal que se pretende emprender contribuya realmente a la materialización de la visión de la compañía, se está afirmando que es la mejor forma de hacerlo y que con éste, se obtendrán los mejores resultados posibles para ella.
8. En Colombia se evidencia que el enfoque verde por el que han optado diversas compañías les ha abierto la puerta a las iniciativas de generación con fuente solar, aunque esta actividad no sea la principal en sus negocios; contribuyen con el cumplimiento de la meta nacional de aumentar la capacidad instalada con esta tecnología, ayudan a reducir la huella de carbono del país, y abren la posibilidad al desarrollo de negocios enfocados en el diseño e instalación de sistemas FVs.

9. TRABAJO FUTURO

De acuerdo con las conclusiones, hallazgos y el desarrollo de esta investigación, se enmarcan las siguientes recomendaciones para trabajos futuros:

1. Identificar factores de éxito para cada una de las energías renovables que están teniendo un gran auge en el sector energético en las fases de alineación y formulación.
2. Identificar factores de éxito desde las fases de ejecución y evaluación para que tenga un mayor impacto el desarrollo de este tipo de proyectos.
3. Realizar análisis comparativo con otras energías renovables, tales como, eólica o hidráulica, al identificar factores de éxito en estas y si hay similitudes.
4. Con base en los resultados de este TG, realizar un estudio comparativo con los factores utilizados en proyectos aprobados ante la UPME.
5. Realizar un estudio comparativo de este TG con factores de éxito en proyectos fotovoltaicos en otros países.
6. Definir factores críticos de éxito que se puedan obtener de este TG para aumentar la probabilidad de éxito para los resultados a nivel de producto.
7. Realizar la evaluación económica y social de los proyectos fotovoltaicos con base en los factores de éxito identificados para obtener los resultados esperados al momento de la incursión del proyecto FV al SIN.

10. BIBLIOGRAFÍA

ALIAS, Z., ZAWAWI, E., YUSOF, K., & ARIS, N. (2014). *DETERMINING CRITICAL SUCCESS FACTORS OF PROJECT MANAGEMENT PRACTICE: A CONCEPTUAL FRAMEWORK*. *PROCEDIA - SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES*. 61–69. Retrieved from https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2014.10.041

ANDEG. (2019). Generadores. Retrieved from http://www.andeg.org/node/22

Ardila, A. (2019). *Marco de referencia para la implementación de energías renovables no convencionales dentro del sistema eléctrico colombiano*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Articulo 11 Ley 143. (1994). LEY 143 DE 1994. Retrieved from http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0143_1994.html

Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, *28*, 409–423.

Bacca Urbina, G. (2001). *Evaluación de proyectos*. McGRAW-HILL.

Bautista, W. (2017). Modelo de Alineamiento Estretégico para la Factultad de Ingeniería de la Universidad Incca de Colombia. *UNAD*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

BELEIU, I., CRISAN, E., & NISTOR, R. (2015). MAIN FACTORS INFLUENCING PROJECT SUCCESS. *INTERDISCIPLINARY MANAGEMENT RESEARCH*, *11*, 59–72.

Benavides, J., Cadena, Á., González, J. J., Hidalgo, C., & Piñeros, A. (2018). *Mercado Eléctrico En Colombia: Transición Hacia Una Arquitectura Descentralizada*.

BID. (2020). Energía para el futuro. Retrieved from https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/

Biter, S., & Chamas, F. (2017). Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía en el sector industrial de Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*(October 2016), 81.

Calle, J., Hernández, J., Higuera, D., Rojas, A., & Torres, C. (2017). *Planeamiento Estratégico del Sector de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia*.

Carmona López, O., Vidal Santo, A., Martínez López, A., Conde, J., & Tinoco Magaña, J. (2016). Estudio de la viabilidad técnica para la implementación de un sistema de autoconsumo eléctrico basado en paneles fotovoltaicos para una vivienda. *QUID: Investigación, Ciencia y*

Tecnología, (26), 29–38.

Castillo Sánchez, M. (2004). *Guía para la formulación de proyectos de investigación* (1st ed.). Alma Mater.

Cooke - Davies, T. (2002). THE “REAL” SUCCESS FACTORS ON PROJECTS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PROJECT MANAGEMENT*., 185–190.

Córdoba Padilla, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos* (2nd ed.). Retrieved from https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=1drDDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=formulación&ots=7jM-rsCNCc&sig=IwsPJZqltkCmke81VItKQ3bLnas#v=onepage&q=formulación&f=false

Córdova, S. O., & Medina, P. S. (2002). “Guía Del Estudio De Mercado Para La Evaluación De Proyectos.” *Universidad de Chile Facultad de Ciencias Economicas y Administrativas*, 23–32.

Correa, G. (2018). Reflexiones en torno a los términos de referencia ANLA para proyectos de energía solar fotovoltaica Reflections about ANLA reference terms for photovoltaic solar energy projects. *Lámpsakos*, (18), 9–10.

Corredor, G. (2018). *Colombia y la transición energética*. *13*, 107–125.

Cortés Cortés, C. L., Gómez Gómez, G. S., Betancur Londoño, F., Carvajal Quintero, S. X., & Guerrero González, N. (2020). Análisis experimental del desempeño de un sistema solar fotovoltaico con inversor centralizado y con microinversores: caso de estudio Manizales. *TecnoLógicas*, *23*(47), 1–21. https://doi.org/10.22430/22565337.1403

Cortés, D., & Torres, Y. (2019). *Diseño de sistema fotovoltaico para el aire acondicionado del data center de la empresa C & C Services*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Cortés, S., & Arango, A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, *25*, 375–390.

Corzo, C. (2013). ANÁLISIS DEL SECTOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA COLOMBIANO Y REGIONAL NEGOCIACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CEMEX COLOMBIA S.A. *UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO*.

COSTANTINO, F., DI GRAVIO, G., & NONINO, F. (2015). PROJECT SELECTION IN PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT: AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL BASED ON CRITICAL SUCCESS FACTORS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PROJECT MANAGEMENT*, *33*, 1744–1754.

CREG. (2019). Estructura del sector. Retrieved from https://www.creg.gov.co/sectores/energia-electrica/estructura-del-sector

Crispieri, G. P. (2019). Factores de éxito y fracaso en la gestión de proyectos: un enfoque en las mejores prácticas. *Project, Design and Management*, 214–233. https://doi.org/10.4324/9781315687803

Daft, R. (2015). Teoría y Diseño Organizacional. In *CENGAGE LEARNING* (Vol. 11). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Proyecto Tipo - Instalación de sistemas solares fotovoltaicos individuales en zonas no interconectadas*. 1–42.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Documento guía del módulo de capacitación en teoría de proyectos*. 1–98.

Departamento Nacional De Planeación. (2018). Bases del plan nacional de desarrollo. *Departamento Nacional De Planeación*, 861.

DNP, D. N. de P. (2016). DNP, Departamento Nacional del Planeación.

DVIR, D., LIPOVETSKY, S., SHENHAR, A., & TISHLER, A. (1998). IN SEARCH OF PROJECT CLASSIFICATION: A NON-UNIVERSAL APPROACH TO PROJECT SUCCESS FACTORS. *RESEARCH POLICY*, *27*(9), 915–935.

ECI, E. C. de I. J. G. (2018). Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

ECOPETROL. (2020). Marco de actuación. Retrieved from https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/medio-ambiente/marco-de-actuacion/marco-de-actuacion-informacion

Eljadue, Y., & Jiménez, J. (2017). DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA LA CORPORACIÓN INCATE. *Universidad Del Norte*. https://doi.org/DOI:

EMGESA. (2020). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Retrieved from https://www.enel.com.co/es/medio-ambiente-desarrollo-sostenible/objetivos-de-desarrollo-sostenible.html

Estévez, J. C., Ambiental, I., Ort, J. F., & Ambiental, I. (2018). *Identificación de los factores críticos para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en colombia*. (2).

Fernández Reyes, R., & Águila Coghlan, J. C. (2017). Un periodismo en transicion ante el V informe del IPCC, El acuerdo de París y Los objetivos de desarrollo sostenible. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, (37), 1–13.

https://doi.org/10.12795/ambitos.2017.i37.06

García Arbeláez, C., Vallejo, G., Higgings, M. Lou, & Escobar, E. (2016). *El acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático*.

García Garnica, J. E., Sepúlveda Mora, S. B., & Ferreira Jaimes, J. (2018). Technical and economic feasibility study of implementing a photovoltaic system in a water treatment plant. *Inge Cuc*, *14*(1), 41–51. https://doi.org/10.17981/ingecuc.14.1.2018.04

GARCÍA, J., ALONSO, M., BREA, J., & DEL RÍO, M. (2014). RELACIÓN ENTRE HERRAMIENTAS Y FACTORES CRÍTICOS DE LA CALIDAD. *REVISTA EUROPEA DE DIRECCIÓN Y ECONOMÍA DE LA EMPRESA*, *23*, 82–97.

García, L. (2016). EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR GENERACIÓN DISTRIBUIDA FOTOVOLTAICA QUE PERMITA AUMENTAR LA COBERTURA Y CONFIABILIDAD DE ENERGÍA EN SECTORES RURALES DEL OPERADOR DE RED. https://doi.org/10.1109/ciced.2018.8592188

Gil, D. P., & Velasco, P. A. (2015). *ELABORACIÓN DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ALINEACIÓN, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PRIVADA*. 1–209.

Gómez, R. (2018). ANÁLISIS DE LA ALINEACIÓN ESTRATÉGICA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE LAS INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD (IPS) DE LA CIUDAD DE MONTERÍA. *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR*.

Gómez Ramírez, J. (2016). *La energía solar fotovoltaica en Colombia: Potenciales, antecedentes y perspectivas*.

Gómez Ramírez, Jhonnatan, Murcia Murcia, J. D., & Cabeza Rojas, I. (2017). La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. *Universidad Santo Tomás*.

Gómez Varela, A. I., Barreira Rodríguez, N., Ortega Hortas, M., S. Vara, F., Novo Buján, J., G. Penedo, M., … Bao Varela, M. D. C. (2016). *Diseño de Aplicaciones Web Educativas con HTML5: el Efecto Fotoelectrico*. 1–8. https://doi.org/10.4995/inred2016.2016.4369

GUDIENĖ, N., BANAITIS, A., BANAITIENĖ, N., & LOPES, J. (2013). DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL CRITICAL SUCCESS FACTORS MODEL FOR CONSTRUCTION PROJECTS: A CASE OF LITHUANIA. *PROCEDIA ENGINEERING*, *57*, 392–397.

Guzmán Castro, F. (2002). El estudio financiero y la evaluación de proyectos en ingeniería. *Universidad Nacional de Colombia*, (50), 19–29.

HADJINICOLAOU, N., & DUMRAK, J. (2017). INVESTIGATING ASSOCIATION OF BENEFITS AND BARRIERS IN PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT TO PROJECT SUCCESS. *PROCEDIA ENGINEERING*, *182*, 274–281.

Hernandez, R. R., Easter, S. B., Maestre, F. T., Tavassoli, M., Allen, E. B., Barrows, C. W., … Allen, M. F. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *29*(January), 766–779. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.041

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL.

Herrera, M. M. (2018). *Renovable No Convencional En an Analysis of the Economic Consequences of the Lack of Coverage of Non-Conventional Renewable Energy in Colombia Uma Análise Das Implicações*. *13*(25), 41–52. https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.13.25.2018.

IDEAM. (2005). *Evaluación De La Radiación Solar En Colombia*. 157–167. Retrieved from http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019649/10-ApendiceD.pdf

IDEAM. (2014). *Distribución de la temperatura media anual (°C). Promedio multianual 1981-2010*. 1.

IDEAM. (2020a). Atlas de Radiación. Retrieved from http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html

IDEAM. (2020b). Misión y Visión. Retrieved from http://sgi.ideam.gov.co/que-es-el-sistema/mision-y-vision

IEA, I. E. A. (2016). IEA, World Energy Outlook 2016. *World Energy Outlook 2016*. https://doi.org/10.1787/weo-2016-en

IEA, I. E. A. (2018). *IEA, CO2 emissions from fuel conbustion: Overview*.

IGNACIO, D. (2008). EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS Y METODOLOGÍAS. *Universidad Del Centro Educativo Latinoamericano Rosario*, (20), 125–135. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4231854

IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Informe de Síntesis. In *Contribución de los Grupos de trabajo I,II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.

Jaramillo, J. (2017). Implementación de Mercados Intradiarios de Generación en Colombia. *Trabajo de Grado Magister En Ingeniería*, 5.

Jimenez, S. (2011). *Energía Renovable No Convencional: Políticas de Promoción en Chile y el Mundo*. https://doi.org/ISSN 0717 - 1536

León, S. (2016). *Contratos Mercantiles* (Segunda). Oxford University Press.

Lim, C., & Mohamed, M. (1999). Criteria of project success: an exploratory re-examination. *International Journal of Project Management*, *17*, 243–248.

LIU, J., LOVE, P., SMITH, J., REGAN, M., & DAVIS, P. (2015). LIFE CYCLE CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP INFRASTRUCTURE PROJECTS. *JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING*, *31*.

López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). La encuesta. In *Metodología de la investigación social cuantitativa* (p. Capitulo II.3 pag 8). Barcelona: Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona.

López, D., & Tabares, S. (2014). ESTUDIO DE LA TASA DE REMUNERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA. *Universidad EAFIT*.

López et al., E. (2010). *Estudio Técnico: Elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversión*. 1–10. Retrieved from https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no56/estudiotecnico.pdf

López, J., & López, M. (2017). *Estudio de factibilidad para acuerdos de compra de energía de proyectos solares fotovoltaicos de menos de 20 kWp en Antioquia*. 96. Retrieved from https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/12474/JuanCamilo_LópezLlano_Manuela_LópezLlano_2018.pdf?sequence=2

Lopez Parra, M., Aceves López, J., Pellat, A., & Puerta, C. (2012). *Estudio administrativo…. un apoyo en la estructura organizacional del proyecto de inversión*. 9. Retrieved from http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no56/estudioadmtivo.pdf

LÓPEZ, R., MORALES, S., TOLEDO, C., & DELGADO, V. (2015). FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO: UNA ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD. *CULTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA*, *31*.

Lozano, J., Luyo, J., & Molina Rodriguez, Y. P. (2018). El Mercado Eléctrico Mayorista: Agentes y Modelos de Organización. *Revista TECNIA*, *28*(1).

https://doi.org/10.21754/tecnia.v28i1.188

Martin, P., & Acuña, F. (2016). Potenciales beneficios y riesgos de sistemas mini-redes híbridos fotovoltaicos. *Revista ECIPerú*, *13*, 8.

Mejía, E. L. (2017). *Evaluación de proyecto de inversión : viabilidad financiera de la generación de energía fotovoltaica por medio de un huerto solar en Pereira*. Universidad EAFIT.

MINCIENCIAS. (2020). ENERGÍAS SOSTENIBLES. Retrieved from http://todoesciencia.minciencias.gov.co/aprende/innovacion/energias-sostenibles

MINMINAS, M. de M. y E. (2019). Ministerio de Minas y Energía.

MME, M. M. y E. (2019). *48221-Res MME 40715 10 Sep 2019.pdf*.

Morante, F., Mocelin, A., & Zilles, R. (2006). Capacitación y transferencia tecnológica: Su importancia en la sostenibilidad de los proyectos basados en tecnología solar fotovoltaica. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, *10*, 1201–1208.

Muñoz, M. (2018). Desarrollo de un plan de negocios para empresas de tejas solares fotovoltaicas en campamentos mineros (Universidad de Chile; Vol. 5). https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2009.09.004

NAPITUPULU, D., & SENSUSE, D. (2014). THE CRITICAL SUCCESS FACTORS STUDY FOR E-GOVERNMENT IMPLEMENTATION. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER APPLICATIONS*, *89*, 23–32.

Ñustes, W., & Rivera, S. (2017). Colombia: Territorio De Inversión En Fuentes No Convencionales De Energía Renovable Para La Generación Eléctrica. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, *17*(1), 37–48. https://doi.org/10.19053/1900771x.v17.n1.2017.5954

OBS Business School. (2020). Estudio financiero: en qué consiste y cómo llevarlo a cabo. Retrieved from https://obsbusiness.school/int/blog-investigacion/finanzas/estudio-financiero-en-que-consiste-y-como-llevarlo-cabo

Ossa Ossa, G. L. (2016). ESTUDIO TECNICO Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS SOLARES DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LAS ZONAS COMUNES DE CONJUNTOS RESIDENCIALES. *Universidad Tecnológica de Pereira*, (1), 35–40. https://doi.org/10.1109/ciced.2018.8592188

Pasqualino, J., Cabrera, C., & Chamorro, M. V. (2015). *Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano*. *13*, 68–75.

Pereira, M. (2016). Tratamiento Jurídico De Las Energias Renovables En Colombia : Ahorro

Energético , Eficiencia. *Revista Jurídica MArio Alario D'Filippo*, *IX*(17), 43–68.

PMI. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) - Sexta edición*.

Presidencia. (2010). *DECRETO 1076 DE 2015 (Mayo 26)*. *2003*(Marzo 13), 1–18. Retrieved from http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9863

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2009). *Manual de planificación, seguimiento y evaluación de los resultados de desarrollo*.

Ramírez, O. (2017). Incentivos de los generadores de electricidad con plantas menores a 20 MW en la determinación del precio Spot en el Mercado de Energía Mayorista Colombiano – Actualidad y Perspectivas (Vol. 1). https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.758

República de Colombia. (2008). *Registro de proyectos de generación de energía eléctrica*.

Resolución UPME 281. (2015). Resolución UPME 281 del 2015. Retrieved from https://www1.upme.gov.co/Normatividad/281_2015.pdf

Rodríguez, Á., Ardila, L., & Riaño, E. (2016). Factores de éxito en proyectos de cooperación. Caso Universidad Industrial de Santander. *Revista Ciencias Estratégicas*, 413–429.

Rojas Lopez, M. D. (2015). *Evaluación de proyectos para ingenieros* (2nd ed.; E. EDICIONES, Ed.).

ROUGAN, D. (2015). A STUDY ON TQM DEVELOPMENT, PERFORMANCE AND SUSTENANCE IN SERVICE INDUSTRIES THROUGH EFFECTIVE COMMUNICATION, CRITICAL SUCCESS FACTORS AND MARKET ORIENTATION. *JOURNAL OF BUSINESS AND MANAGEMENT*, *17*, 1–12. Retrieved from http://iosrjournals.org/IOSRJBM/PAPERS/VOL17-ISSUE1/VERSION3/A017130112.PDF

Sarmiento, J. (n.d.). *Evaluación de proyectos*. 1–46.

SER Colombia. (2017a). *Alternativas para la inclusión de FNCER en la matriz energética colombiana*. 1–94.

SER Colombia. (2017b). Tabla De Contenido. *Revista Científica de Ciencias de La Salud*, *10*(1), 1–94. https://doi.org/10.17162/rccs.v10i1.878

Serna Peña, E., & Maestre Gallego, S. (2018). *Democratización de la producción de laenergía eléctrica en Colombia a partir de la Ley 1715 de 2014*. *20*(1), 135–152. https://doi.org/10.35707/dostresmil/20106

Serrano-Guzmán, M. F., Pérez-Ruiz, D. D., Freddy, J., Leonardo, M., Sierra, R., & Natalia, S.

(2017). *Prospective analysis for using solar energy : Colombia ’ s case*. (2015), 85–93.

Suárez Chacón, R. (n.d.). *Formulación y Evaluación de Proyectos*.

SUNFIELD EUROPE. (2020). Eficiencia de los Paneles Solares. Retrieved from https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/los-10-paneles-solares-mas-eficientes-del-mercado/

Tapias, Jairo Gomez , Sandoval, Camilo Leonardo, Coronel, J. (2018). Análisis De Prospectiva Del Sector Energético De Colombia, Para La Integración De Fuentes Fotovoltaicas En Los Sistemas De Distribución De Energía Eléctrica Aplicando Una Revisión En Bases De Datos Científicas. *Análisis De Prospectiva Del Sector Energético De Colombia, Para La Integración De Fuentes Fotovoltaicas En Los Sistemas De Distribución De Energía Eléctrica Aplicando Una Revisión En Bases De Datos Científicas*, *2*(32). https://doi.org/10.24054/16927257.v32.n32.2018.3034

Tomas, U. S. (2020). Estudio Administrativo. Retrieved from http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Proyecto de Grado Fase I Tercer Momento/estudio_administrativo.html

Toro, A. (2018). Plan De Negocios Para Una Empresa Instaladora De Paneles Fotovoltaicos (Universidad de Chile; Vol. 8). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Universidad Nacional de Colombia. (2020). Estudio Legal.

Universidad Politecnica de Cataluña. (n.d.). *Estudio económico financiero*.

UPME, U. de P. M. E. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia Integración de las energías en Colombia*.

UPME, U. de P. M. E. (2019a). *Ministerio de Minas y Energía MME Unidad de Planeación Minero Energética UPME Subdirección de Energía Eléctrica Informe de Registro de Proyectos de Generación Inscripción según requisitos de las Resoluciones UPME No . 0520 , No . 0638 de 2007 y No . 0143*. (0520).

UPME, U. de P. M. E. (2019b). Unidad de Planeación Minero Energética.

Valerio, A., Niño, C., Alfredo, M., & Carvajal, J. (2018). Factibilidad Para La Creación De Una Empresa Prestadora De Servicio De Implementación De Energías. *Universidad Libre Seccional Cúcuta*.

VÁSQUEZ, J. (2014). CUADRO DE MANDO INTEGRAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN CURRICULAR POR COMPETENCIAS PARA UNA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA. *REVISTA DE ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS EN EDUCACIÓN*, *13*, 169–182.

Velasco Muñoz, Á. (2019). *Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en Colombia*. 16 Páginas.

Vidal, A. (2015). *Estudio de viabilidad para la creación de una empresa optimizadora de energía en la industria del Valle del Cauca mediante la aplicación de tecnología solar fotovoltaica* (Vol. 3).

WONDIMU, P., HAILEMICHAEL, E., HOSSEINI, A., LOHNE, J., TORP, O., & LÆDRE, O. (2016). SUCCESS FACTORS FOR EARLY CONTRACTOR INVOLVEMENT (ECI) IN PUBLIC INFRASTRUCTURE PROJECTS. *ENERGY PROCEDIA*, *96*, 845–854.

XM. (2019a). Generación. Retrieved from http://www.xm.com.co/Paginas/Generacion/tipos.aspx

XM. (2019b). Transacciones. Retrieved from https://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/precio-de-bolsa-y-escasez.aspx

11. ANEXOS

A continuación, se presentan los anexos mencionados en el documento, los cuales hacen parte del de desarrollo del TG.

Anexo A. Registro de proyectos ante la UPME

Acorde con las facultades que le han sido otorgadas a la UPME, esta entidad definió un proceso de registro para todas las iniciativas de generación que pretenden incursionar en el SIN, el cual se muestra en la figura 5. Si bien es un proceso voluntario, sí es exigido para el acceso a los incentivos tributarios expuestos en la Ley 1715 de 2014.

Figura 5. Proceso de registro de proyectos de generación ante la UPME. Elaboración propia

La documentación requerida para el registro de los proyectos en cada una de las fases se encuentra descrita en la Tabla 14. Cabe resaltar que, si bien el proyecto se puede inscribir en cualquiera de las 3 fases, es necesario presentar toda la documentación requerida para las fases anteriores y tener en cuenta el período de vigencia en cada una de ellas para ir avanzando: 2 años (fase 1), 1 año (fase 2) y 1 año (fase 3).

Tabla 14.
Documentación requerida para inscripción de proyectos de generación

FASE 1	FASE 2	FASE 3
• Formato UPME • Certificado de Cámara de Comercio	• Concepto del MADS o CAR donde especifica si el proyecto requiere	• Licenciamiento ambiental o concepto de que el proyecto no requiere

• Constancia finalización estudios • Resumen estudio prefactibilidad • Copia de carta con radicado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) o a la Corporación Autónoma Regional (CAR) • Mapa localización del proyecto	licenciamiento y/o permiso ambiental • Esquema financiero • Opciones de compra de terrenos (reporte catastral y dueño de los predios)	• Diseño definitivo del proyecto • Planos de detalle • Esquema financiero definitivo • Esquema empresarial definitivo • Cronograma de ejecución • Constancia de finalización de los estudios • Concepto de aprobación de conexión a la red, emitido por el Operador de Red (OR) o la UPME

Nota: Elaboración propia con base en (República de Colombia, 2008)

Anexo B. Árbol de problemas

Anexo C. Estructura sector energético colombiano

En este anexo se realiza la descripción de la estructura del sector energético colombiano, para poder comprender parte de su funcionamiento.

i. Ministerio de Minas y Energía (MME): Expedir los lineamientos de política energética en materia de generación con FERNC, estableciendo los reglamentos técnicos para la generación y normatividad para la implementación.

ii. Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME): Definir y describir las fuentes de generación que se consideren energías no convencionales. Realizar diagnósticos y estudios que permiten la formulación de planes y programas orientados a fortalecer y expandir el sector eléctrico.

iii. Comisión de Regulación de Energía y GAS (CREG): Establecer procedimientos para la conexión, operación, respaldo y comercialización de energía dentro del Sistema Interconectado Nacional (SIN) con base en el concepto del Consejo Nacional de Operación (CNO).

iv. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS): Incorporar las políticas ambientales para impulsarlas a nivel nacional, evaluando los beneficios ambientales con respecto a la promoción, fomento y uso de FERNC.

v. Departamento Nacional de Planeación (DNP): Su función principal es la de coordinar la formulación del Plan Nacional de Desarrollo, así como desarrollar los lineamientos para su ejecución, seguimiento y evaluación de los resultados.

vi. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD): Las funciones generales de esta entidad, se centran en la vigilancia y control de las empresas prestadoras de servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas; y la protección de los derechos de los usuarios.

vii. XM: Es una empresa filial de ISA, encargada de la operación (a través del Centro Nacional de Despacho – CND –) y administración del Mercado de Energía Mayorista.

viii. Consejo Nacional de Operación (CNO): Organismo cuya función principal es fijar los aspectos técnicos para garantizar que la operación integrada del SIN sea segura, confiable y económica y ser el órgano ejecutor del reglamento de operación.

ix. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales: Establecer un ciclo de evaluación rápido para proyectos relativos a proyectos FERNC.

x. Corporaciones Autónomas Regionales (CAR): Apoyar el impulso de proyectos de generación FERNC y establecer ciclos de evaluación rápida de estos proyectos.

xi. Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC): Responsable del registro y liquidación de los contratos de largo plazo, de las transacciones en la Bolsa y de mantener el sistema de información del Mercado de Energía Mayorista (MEM) (ANDEG, 2019).

xii. LAC: Es el liquidador y Administrador de Cuentas del Sistema de Transmisión Nacional; encargado de facturar, cobrar y distribuir los cargos por uso del Sistema de Transmisión Nacional (STN)

Para el caso específico del sector fotovoltaico, otra entidad de interés es:

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): Una entidad pública adscrita al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuya misión, según se publica en la página es: "*generar conocimiento, producir información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general*." (IDEAM, 2020b)

Anexo D. Fuentes de financiación para proyectos de energías renovables

Las fuentes de financiamiento internacionales y nacionales que pueden ser usados para este tipo de proyectos se describen en las Tablas 15 y 16, respectivamente

Tabla 15.
Fuentes internacionales de financiación para proyectos de energías renovables

ENTIDAD/PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
Agencia de los estados para el desarrollo internacional (USAID)	Apoya pequeños proyectos con fuentes renovables en Colombia
Corporación andina de fomento (CAF)	Financiamiento de proyectos energías renovables, electrificación rural e innovación tecnológica.
Fondo multilateral de inversiones del BID	Financia propuestas enfocadas en la incorporación de FERNC en áreas rurales
Banco mundial a través del programa de asistencia para la gestión del sector de energía (ESMAP)	Ayuda a diferentes países a estructurar un sistema energético con recursos renovables
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Financia esquemas que fortalezcan y ayuden a preservar el medio ambiente.
Global energy efficiency and renewable energy fund (GEERED)	Gestiona fondos del sector público para la inversión de proyectos en energías limpias en países emergentes.

Nota: Elaboración propia con base en (Ñustes & Rivera, 2017)

Tabla 16.
Fuentes nacionales de financiación para proyectos de energías renovables

ENTIDAD/PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
Sistema general de regalías (SGR)	Se encarga de la construcción, ampliación, optimización, rehabilitación, montaje,

	instalación y puesta en servicio de infraestructura, en generación eléctrica para las Zonas No Interconectadas (ZNI) y para el SIN.
Fondo de energías renovables y gestión eficiente de la energía (FENOGE)	Financia recursos a programas que van desde la implementación de autogeneradores en pequeña escala basados en FERNC, hasta proyectos de implementación de nuevas tecnologías de eficiencia energética
Financiera de desarrollo territorial s.a. (FINDETER)	Banco de desarrollo para la infraestructura sostenible del país, el cual presta el servicio de créditos de redescuentos para financiar proyectos de infraestructura pública y privada en Colombia.
Banco de Comercio Exterior de Colombia (Bancóldex) - Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias)	Fondo que apoya la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación de las tecnologías de Fuentes no Convencionales de Energía Renovable en Colombia.

Nota: Elaboración propia con base en (Ñustes & Rivera, 2017)

Anexo E. Guion inicial de entrevista

Buen día, nosotros somos Maria Velásquez, Juan Pablo Romero y Erica Tamayo actuales aspirantes al título de Magíster en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería y estamos realizando la investigación de nuestro trabajo de grado que consiste en la identificación de factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del sistema interconectado nacional.

Esto, a raíz del auge de las energías alternativas en nuestro país y en el mundo, por lo que resulta ser un tema de interés nacional y queriendo resaltar también, el papel que juegan las fases de alineación y formulación dentro del ciclo de vida de los proyectos para garantizar la obtención de los resultados esperados; es decir, para garantizar su éxito.

Sabemos de su experiencia en el tema fotovoltaico/alineación y formulación de proyectos y por eso consideramos que contar con su aporte es de gran valor para nuestro trabajo de investigación. Por eso, agradecemos su aceptación a esta invitación y, para empezar, nos gustaría que nos contara, ¿por qué implementar un proyecto de generación fotovoltaico?, ¿cuáles son los beneficios a corto, mediano y largo plazo que trae para las organizaciones, el país y para el mundo la implementación de este tipo de proyectos? (*Garantizar que hable de los tres: empresa, país y mundo)*

¿Considera que los beneficios que usted acaba de identificar deberían ser los objetivos de este tipo de proyectos? Si es así, ¿quiénes participan y cómo se hace la definición de esos objetivos del proyecto? Si no, ¿cuáles deberían ser? ¿Quiénes deberían participan y cómo se debería hacer la definición de esos objetivos del proyecto?

Desde su experiencia, ¿a quiénes se les debería comunicar los objetivos y en qué momento?

En las organizaciones en las que ha trabajado ¿ha logrado evidenciar un alto nivel de apropiación de los objetivos del proyecto por parte del equipo? Si es así, ¿cómo lo han logrado? Si no ¿Qué considera que ha hecho falta para lograrlo? (*Para que el equipo se apropie adecuadamente de los objetivos)*

Desde la teoría, la alineación abarca desde el momento en que se identifica la necesidad, se caracteriza la problemática, se realiza una revisión y análisis estratégico de la organización y se plantea el proyecto alineado con la estrategia de la organización.
En las organizaciones donde ha trabajado ¿Qué otros procesos realizan durante la fase de alineación de los proyectos? Y ¿cómo los hacen? (*Verificar si hacen alineación estratégica con planes o programas de desarrollo a nivel nacional e internacional, si no, preguntar por qué no los toman en cuenta*) ¿Qué considera usted que es lo mejor?
¿Las personas que típicamente participan en los procesos de la fase de alineación son las mismas que lo ejecutan? ¿considera que esto es un factor importante para garantizar que los objetivos se cumplan?
En su experiencia, ¿se monitorea el cumplimiento de los objetivos? ¿Quién lo hace? ¿Cómo lo hacen?

Adicional a los factores anteriores mencionados, ¿qué otros factores considera usted que son necesarios para garantizar la obtención de los objetivos esperados de los proyectos desde la fase de alineación?

Ahora bien, dentro de la fase de formulación la teoría nos dice que se debe hacer un planteamiento de las posibles alternativas de solución y escoger la más adecuada con base en los resultados de los estudios de prefactibilidad y factibilidad teniendo siempre presente los objetivos que se desean alcanzar con la implementación del proyecto, y que los estudios que típicamente se deberían incluir son: De Mercados, Técnico, Administrativo, Ambiental, Financiero y de financiación.

Empezando con el estudio de mercados, entendiéndolo como aquel **que permite identificar el grado de penetración en el mercado, la permanencia en el mismo y la contextualización del sector en el que el proyecto se va a desenvolver, además de identificar** si las posibilidades de venta son reales a través del análisis de variables macro y estadísticas del sector, ¿cuáles considera usted que son las variables que más influencia ejercen en la decisión de hacer o no el proyecto? y ¿cómo obtenerlas de manera precisa?
¿Qué otros factores del mercado son claves para asegurar su permanencia en éste?

Siguiendo con el estudio técnico y teniendo en cuenta que su importancia radica en obtener una valoración económica de las variables técnicas que mejor satisfacen los requerimientos del proyecto, ¿cuáles son las variables que deberían tenerse en cuenta y cómo gestionarlas eficazmente para obtener los resultados de este estudio a través de qué fuentes y herramientas?
¿Cuáles considera usted que son los factores que facilitan y dificultan la viabilidad técnica-económica de los proyectos fotovoltaicos?

Ahora, entendiendo el estudio administrativo como aquél que le permite al equipo que gerenciará el proyecto, conocer la organización donde se va a desarrollar el mismo, entender sus políticas y procedimientos, y así mismo, organizarse para ejecutarlo, **¿qué factores organizacionales considera más relevantes para comunicar al equipo la estrategia y mantenerlo comprometido con el proyecto y la organización**? ¿Qué aspectos legales podrían ser como factor decisivo para el éxito del proyecto

Desde la perspectiva del estudio de impacto ambiental (resolución 1670 del 15 de agosto de 2017) ¿Cuáles cree usted que deberían ser los criterios ambientales para la aceptación de proyectos fotovoltaicos?
Desde su experiencia, ¿cuáles son los factores que facilitan la viabilidad ambiental de los proyectos fotovoltaicos?

Y finalmente, dentro del estudio financiero y de financiación, donde se busca evidenciar la rentabilidad económica del proyecto a través de métodos de evaluación financiera que consideran el cambio del valor del dinero en el tiempo, ¿cuáles son los métodos que deberían usarse para demostrar dicha viabilidad?
¿Qué factores/mecanismos existentes o que deberían existir facilitan la factibilidad financiera de este tipo de proyectos?

En su experiencia ¿ha visto que se realicen estudios adicionales? ¿cuáles?

¿A nivel regulatorio, qué mecanismos han facilitado la obtención de dichos beneficios y cuáles considera usted que hacen falta?

Anexo F. Guion final de entrevista

Buen día, nosotros somos Maria Velásquez, Juan Pablo Romero y Erica Tamayo actuales aspirantes al título de Magíster en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería y estamos realizando la investigación de nuestro trabajo de grado que consiste en la identificación de factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del sistema interconectado nacional.

Esto, a raíz del auge de las energías alternativas en nuestro país y en el mundo, por lo que resulta ser un tema de interés nacional y queriendo resaltar también, el papel que juegan las fases de alineación y formulación dentro del ciclo de vida de los proyectos para garantizar la obtención de los resultados esperados; es decir, para garantizar su éxito.

Sabemos de su experiencia en el tema fotovoltaico y por eso consideramos que contar con su aporte es de gran valor para nuestro trabajo de investigación. La información suministrada será únicamente con fines académicos y se mantendrá bajo absoluta confidencialidad. No obstante, solicitamos su aprobación para que la entrevista sea grabada y nos comprometemos a compartir con usted los resultados de la investigación cuando sean analizados y validados.

Agradecemos su aceptación para realizar esta entrevista y, para empezar, nos gustaría que nos contara, ¿por qué implementar un proyecto de generación fotovoltaico?, ¿cuáles son los beneficios a corto, mediano y largo plazo que trae para las organizaciones, el país y para el mundo la implementación de este tipo de proyectos? *Ver matriz al final del documento

¿Considera que los beneficios que usted acaba de identificar deberían ser los objetivos de este tipo de proyectos o hay alguno adicional? Si es así, ¿quiénes participan y cómo se hace la definición de esos objetivos del proyecto? Si no, ¿cuáles deberían ser? ¿Quiénes deberían participan y cómo se debería hacerla definición de esos objetivos del proyecto?

Desde su experiencia, ¿a quiénes se les debería comunicar los objetivos y en qué momento con el fin de garantizar el cumplimiento de estos?

En las organizaciones en las que ha trabajado ¿ha logrado evidenciar un alto nivel de apropiación de los objetivos del proyecto por parte del equipo? Si es así, ¿cómo lo han logrado? Si no ¿Qué considera que ha hecho falta para lograrlo?

¿Considera usted que esto es necesario para garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto? ¿Por qué?

En la teoría se afirma que la alineación abarca desde el momento en que se identifica la necesidad, se caracteriza la problemática, se realiza una revisión y análisis estratégico de la organización y se plantea el proyecto alineado con dicha estrategia.

En las organizaciones donde ha trabajado ¿Qué otros procesos realizan durante la fase de alineación de los proyectos? Y ¿cómo los hacen?

¿Cuáles de los procesos que mencionamos en la teoría y que usted acaba de enunciar considera claves para que el proyecto resulte adecuadamente alineado con la estrategia de la organización? ¿Las personas que típicamente participan en los procesos de la fase de alineación son las mismas que lo ejecutan? ¿considera que esto es un factor importante para garantizar que los objetivos se cumplan?

En su experiencia, ¿se monitorea el cumplimiento de los objetivos? ¿Quién(es) y cómo lo hacen?, ¿lo considera un factor determinante para garantizar que se cumplan? ¿Por qué?

Adicional a los factores anteriores mencionados, ¿qué otros factores considera que son necesarios para garantizar la obtención de los objetivos esperados de los proyectos desde la fase de alineación?

Ahora bien, dentro de la fase de formulación la teoría nos dice que se debe hacer un planteamiento de las posibles alternativas de solución y escoger la más adecuada con base en los resultados de los estudios de prefactibilidad y factibilidad teniendo siempre presente los objetivos que se desean

alcanzar con la implementación del proyecto, y que los estudios que típicamente se deberían incluir son: De Mercados, Técnico, Administrativo, Ambiental, Financiero y de financiación.

Empezando con el estudio de mercados y entendiéndolo como aquel que permite contextualizar el sector en el que el proyecto se va a desenvolver, además de identificar si las posibilidades de venta son reales a través del análisis de variables macro y estadísticas del sector, ¿cuáles considera usted que son las variables que más influencia ejercen en la decisión de hacer o no el proyecto? y ¿cómo obtenerlas de manera precisa?
¿Qué otros factores del mercado son claves para asegurar el ingreso y/o la permanencia de la organización en éste?

Siguiendo con el estudio técnico y teniendo en cuenta que su importancia radica en obtener una valoración económica de las variables técnicas que mejor satisfacen los requerimientos del proyecto, ¿cuáles son las variables que deberían tenerse en cuenta y cómo gestionarlas eficazmente para obtener los resultados de este estudio -a través de qué fuentes y herramientas-?¿Cuáles considera usted que son los factores que facilitan y dificultan la viabilidad técnica-económica de los proyectos fotovoltaicos?

Ahora, entendiendo el estudio administrativo como aquél que le permite al equipo que gerenciará el proyecto, conocer la organización donde se va a desarrollar el mismo, entender sus políticas y procedimientos, y así mismo, organizarse para ejecutarlo, ¿qué factores organizacionales considera más relevantes para comunicar al equipo la estrategia y mantenerlo comprometido con el proyecto y la organización?¿Qué aspectos legales podrían ser un factor decisivo para la obtención de los objetivos y beneficios?

Desde la perspectiva del estudio de impacto ambiental en la que se busca precisamente identificar y cuantificar dichos impactos en el entorno del proyecto, ¿Cuáles cree usted que deberían ser los criterios ambientales para la aceptación de proyectos fotovoltaicos? Desde su experiencia, ¿cuáles son los factores que facilitan la viabilidad ambiental de los proyectos fotovoltaicos? Y ¿Cuáles son los indicadores que deberían monitorearse para validar los resultados del estudio de impacto ambiental?

Y finalmente, dentro del estudio financiero y de financiación, donde se busca evidenciar la rentabilidad económica del proyecto a través de métodos de evaluación financiera que consideran el cambio del valor del dinero en el tiempo, ¿cuáles son los métodos que deberían usarse para demostrar dicha viabilidad?

¿Qué factores/mecanismos existentes o que deberían existir facilitan la factibilidad financiera de este tipo de proyectos?

En su experiencia ¿cree que deberían considerarse estudios adicionales? ¿Cuáles? ¿Por qué?

¿A nivel regulatorio, qué mecanismos han facilitado la implementación de este tipo de proyectos y la consecución de los objetivos esperados? y ¿cuáles considera usted que hacen falta?

Matriz

	BENEFICIOS		
	Corto Plazo	**Mediano Plazo**	**Largo Plazo**
Organización			
País			
Mundo			

Anexo G. Ficha técnica entrevista

A continuación, se presenta la ficha técnica utilizada para las entrevistas con el fin de tener claridad con los datos que se requieren y lo que se pretende con la entrevista

FICHA TÉCNICA DE ENTREVISTA	
Persona natural o jurídica que la realizó	Erica Tamayo, Juan Pablo Romero y María Velásquez –Investigadores del trabajo de grado
Persona natural o jurídica que la encomendó	César Leal – Director trabajo de grado
Técnica	Entrevista semiestructurada
Población objetivo	Gerentes de proyecto, directores de área o personas que hayan trabajado en proyectos referentes a energía fotovoltaica en Colombia
Unidad muestral	5 gerentes de proyectos y/o personas que participaron en proyectos FVs
Método de muestreo	No probabilístico por accesibilidad
Tamaño de muestra	Participaron 5 entrevistados, conformados por: 2 de generación y 3 de autogeneración
Lugar de entrevistas	Bogotá D.C. y por teléfono
Fechas de trabajo de campo	29 de octubre al 4 de noviembre de 2019
Procesamiento de datos	Manual
Materiales utilizados	Formato guía de entrevista, grabadora de voz, computador y libreta para apuntes
Criterios de rigor, validez y confiabilidad	Dependencia: Se estructuró la entrevista para asegurar que se realizaran las mismas preguntas a los 5 entrevistados, se estructuró con tal que tuviese

	congruencia entre los aspectos de alineación y formulación, se realizó transcripción de las entrevistas al detalle, y así validar la congruencia con lo encontrado en la revisión de la literatura para sacar posibles conclusiones. Credibilidad: Se realiza un muestreo dirigido a dos tipos de perfiles: autogenerados y aquellos que inyectan energía a la red, se contó con dos asesores internos para estructurar la entrevista y dos asesores internos para estructurar la encuesta de los resultados de las entrevistas, en el análisis se validaron aspectos en común y respuestas únicas para los hallazgos y conclusiones de la investigación. Transferencia: La información que sale de las entrevistas sirve para estructurar la encuesta de donde saldrán los factores de éxito
PROGRAMA PROCESAMIENTO DE DATOS	Documento en Word

Anexo H. Perfil entrevistados

A continuación, se describe el perfil de cada entrevistado, el cual va acorde al tipo de proyectos que se manejan en el TG, y de acuerdo con su conocimiento en energía solar fotovoltaica, sus respuestas aportan a la investigación y sirven de insumo para aplicar el instrumento de la encuesta.

Entrevistado	**Empresa en donde labora**	**Cargo**	**Descripción general del entrevistado**	**Tipo de proyecto**
-Chiara Gasparrini **-JAVIER RODRÍGUEZ** **-RAMIRO ARELLANO** **-ADRIAN VASILE**	Enel Green Power	-Director del departamento de *Business Development* -Jefe del departamento de Ingeniería -Experto en ventas y mercados energéticos -Responsable de todos los trámites ambientales	-Formular y evaluar los proyectos a realizar con el fin de determinar cuáles se hacen y cuáles no -Realizar todos los estudios de prefactibilidad y factibilidad de los proyectos; el experto en ventas y mercados energéticos y el responsable de todos los trámites ambientales, también fueron partícipes de la entrevista	Generación
CARLOS URIBE	Sebastosol	Gerente de Proyecto	Responsable directo del proyecto fotovoltaico de mayor capacidad instalada hasta el momento en Colombia	Generación

ÁNGELA ÁLVAREZ	Ecopetrol	Gerente del Departamento de Energía	Encargada de desarrollar el portafolio de proyectos fotovoltaicos y de alinearlo con los objetivos estratégicos de la organización (línea verde)	Autogeneración
JAVIER RUIZ	Escuela Colombiana de Ingeniería	Docente del departamento de Ingeniería Eléctrica	Experto en energías renovables y actual responsable del monitoreo y control del proyecto de autogeneración instalado en la institución educativa	Autogeneración
RICARDO SARMIENTO	Amador Ingenieros	Gerente de Proyectos	Consultor especialista en proyectos de energía solar fotovoltaica	Autogeneración

Anexo I. Transcripción entrevistas

A continuación, se clasifican los entrevistados de 1 a 5 con sus respectivas respuestas a cada pregunta.

1: Ángela Álvarez – Ecopetrol

2: Ricardo Sarmiento – Amador Ingenieros

3: Carlos Uribe – Sebastosol

4: Javier Ruiz – Escuela Colombiana de Ingeniería

5: Chiara Gasparrini, Javier Rodríguez, Ramiro Arellano y Adrian Vasile – Enel Green Power

Se extrae la información de cada entrevista, de donde se brindó respuesta a cada una de las preguntas formuladas con anterioridad; para tener mayor claridad, se tabuló cada pregunta con la respuesta de los 5 entrevistados.

Entrevista	No. 1 ¿Por qué implementar un proyecto fotovoltaico y cuáles son los beneficios a corto, mediano y largo plazo este tipo de proyectos para el país, para la organización y para el mundo en general?
1	• Primero se revisa si las energías renovables son costo-eficientes, si la respuesta es sí, entramos a analizar el tipo de proyecto, analizando esto, comenzamos a evidenciar que el tema de la generación fotovoltaica comenzó a tener una inclinación en precios a lo largo del tiempo en los últimos 10 años e hicimos unas corridas económicas, salimos al mercado, revisamos precios y dijimos: es el momento. • A nivel de organización: tenemos los siguientes beneficios: 1. La tarifa, buscamos que la tarifa sea menor que la de la fuente que tenemos en ese momento, una tarifa de costo como beneficio. 2. Una reducción de emisiones de CO2. 3. Unos beneficios tributarios. 4. Unos temas de imagen corporativa. 5. Una posible venta de bonos de carbono • A nivel país estamos apalancando el cumplimiento del CO21 de la meta de reducción de emisiones de CO2 del país y estamos apalancando la meta que impuso el gobierno Duque de 1500 megavatios.

2	• Hoy en día ante la demanda creciente de energía a nivel mundial se ve totalmente competitivo el uso de la energía solar comparándola con otras fuentes de energías como las que se han venido utilizando • Los precios de los insumos para los proyectos que son precios para los paneles solares, precios de inversores y todos los componentes que hacen parte de la solución solar hoy, no estamos hablando de proyectos que son competitivos sino que son rentables entonces existen ya un incentivo económico para las empresas adicionalmente desde el punto de vista estratégico para los países es conveniente empezar a migrar rápidamente hacia lo que se ha empezado a llamar transición energética que es empezar a depender menos de las fuentes derivadas del petróleo y empezar a trabajar con fuentes que requieran menos dependencias • Estos proyectos fotovoltaicos que nos permiten no depender de otros países de comercio internacional para poder abastecer las necesidades que cada vez son más crecientes de energía, Colombia históricamente han venido teniendo un incremento año a año muy importante del consumo de energía que cada vez será mucho más alto. • Hay otros factores adicionales que hacen de estas energías interesantes, está por ejemplo el tema de la oferta de empleo, la implementación masiva de estos proyectos fotovoltaicos en otros países como Alemania como España incluso el mismo caso de Estados Unidos, China han permitido evidenciar que son proyectos que demanda la mano de obra calificada y eso también es positivo.
3	• La energía fotovoltaica es muy beneficiosa para el país y no se trata de que sea mejor que otra, sino que la combinación óptima de las diferentes formas de energía permite: primero, abastecer la curva de la demanda de forma confiable, teniendo presente que energía fotovoltaica solo hay de día y que el tema del almacenamiento aún no está muy desarrollado; segundo, generar energía protegiendo el medio ambiente al máximo, y tercero, obtener costos de operación bastante eficientes. • La energía fotovoltaica ayudaría principalmente, a extender los periodos de almacenamiento en los embalses ya que la utilizaríamos como recurso base para

	la generación y la energía hidráulica se destinaría para los picos; así se reduciría la dependencia del país de las lluvias para generar energía.
4	• Aunque en su origen, las energías renovables fueron impulsadas como alternativas ambientales para la generación de energía eléctrica impulsadas por organizaciones tipo *Green Peace* con el fin de reducir el equivalente en dióxido de carbono, hoy en día, estos proyectos son viables económicamente y, por ende, atraen muchos inversionistas. • El principal reto de cada país fue cómo viabilizar estos proyectos. Ahí hubo una combinación de diferentes cosas, por un lado, su masificación implicó que los precios de sus componentes (paneles, conductores, baterías) se redujeran y así lograr una reducción del CAPEX de los proyectos; sumado a que los diferentes gobiernos, en particular el de Colombia, desde el 2014 con la ley de energías renovables impulsó una serie de beneficios económicos de tal manera, que ya se volviera un negocio. • Viéndolo a mayor escala se puede hablar de la diversificación y seguridad energética ya que, aunque en Colombia somos mayoritariamente limpios, aún estamos sometidos a fenómenos como el del Niño.
5	• Alrededor de los proyectos fotovoltaicos hay todo un discurso romántico de "vamos a ser verdes"; pero más allá de eso, la principal razón para hacerlos es que ya son viables económicamente. • Los beneficios que trae para nosotros y para el país son: primero, el cambio de la matriz energética y segundo, unos beneficios económicos. ¿Cuál es la ventaja? Son proyectos que a pesar de no generar lo mismo que cualquier otra tecnología, tienen un *time to market*, que es el tiempo que transcurre entre la decisión de hacer el proyecto y el momento en que finalmente comienza a generar, muy corto. Es de aproximadamente de 10 a 12 meses; entonces tú tienes un beneficio económico mucho más rápido y con una inversión no tan grande y, de hecho, un riesgo relativamente bajo también. • Tiene un bajo impacto ambiental, el time to market es súper rápido y estaríamos contribuyendo con la huella de carbono.

	• En el corto plazo, empiezo a percibir ya el retorno de la inversión; a mediano plazo, los bonos de carbón reduciendo la huella; y en el largo plazo, la recuperación de la inversión y utilidades. • ENEL está alineada con los objetivos de desarrollo, toda nuestra cultura gira en torno a estos y por eso también el interés de entrar al mercado de energía renovable.

Entrevista	No. 2 ¿Considera que los beneficios que usted acaba de identificar deberían ser los objetivos de este tipo de proyectos o hay alguno adicional? Si es así, ¿quiénes participan o cuáles son los roles que participan en la definición de estos objetivos?
1	• Esos son. • El equipo del desarrollador del negocio es el que identifica la posibilidad de negocio, el jurídico que es el que tiene que ver todos los temas regulatorios, está el tributario que da el visto bueno de que efectivamente eso sí existe y sí se van a dar los beneficios tributarios, está el tema de la imagen corporativa entonces hay un equipo de imagen que si esto va a impactar positiva o negativamente la empresa, está la parte financiera que es el que nos ayuda a identificar que efectivamente los costos que estamos prometiendo son los que sí vamos a alcanzar, y está el técnico que determinar que también sea viable técnicamente, esa persona juega un rol super importante.
2	• Tradicionalmente en la industria el objetivo fundamental es producción y energía, cuando hablamos de un sistema fotovoltaico el objetivo fundamental es general un nivel de energía básico sobre el cual se hacen los análisis económicos, entonces este es el objetivo fundamental, asociado a ese objetivo fundamental de producción de energía viene un objetivo de reducción de emisiones que es lo que ha impulsado la industria fotovoltaica desde el punto de vista de disminuir la huella de carbono que tenemos en el mundo, entonces muchas empresas del sector privado tienen fundamentadas en disminuir su huella de carbono y eso en la energía fotovoltaica por no ser contaminante, sirve para reducir la huella de carbono.

	• Normalmente esos objetivos los define el cliente, las empresas que hoy participan en el mercado para disposición del cliente para las soluciones, pero las necesidades son fundamentalmente del cliente y también ocasionadas por sus procesos productivos. • Para clientes industriales normalmente tienen una formación de un equipo técnico que permite determinar cuáles son esos objetivos para otro tipo de clientes comerciales, pymes, residenciales, a veces hay que acompañarlos para la definición de esos objetivos porque no hay una competencia técnica que permita determinar lo que más les conviene en el sistema fotovoltaico.
3	• No precisamente. Lo que sucede alrededor del abastecimiento energético es que concurren multiplicidad de intereses; a los generadores lo que les interesa es ofrecer la energía que están produciendo a un menor costo para que haya un usuario que la compre; pero adicionalmente, tienen un compromiso con los inversores y los bancos de dar la mayor rentabilidad con los proyectos, entonces eso es lo primordial para ellos, lo demás es una manera más de presentar el proyecto nombrando los beneficios colaterales. • Hay 4 elementos fundamentales en el desarrollo de este tipo de proyectos: - Consecución de los permisos y/o licencias ambientales para poder establecer estos proyectos - Autorización para la conexión de tal manera que la energía se pueda exportar - Inversionistas y bancos para el cierre financiero - Construirlo y operarlo de la manera más eficiente posible
4	• Sí, aunque hay otros que no son los típicos de evaluar la TIR o el Payback. Hoy en día, en estos proyectos se habla de Las cuatro “D”: El sistema está Digitalizado, Democratizado, Distribuido y Diversificado; las cuales se resumen en el empoderamiento del usuario. El usuario se empodera de su propia producción de energía, de su propio ahorro; casi que a diario está pendiente de cuánto se produjo, cuánto se ahorró. Este tipo de beneficios no son cuantificables, pero sí crean una consciencia del uso de la energía eléctrica que es bastante valorable.

	• Dependiendo de lo que busque el proyecto, así mismo se involucran diferentes roles. En el caso del proyecto de la Escuela y teniendo en cuenta la orientación académica, participó la junta directiva de la institución desde donde se plantearon los objetivos del proyecto, se contó con la intervención de diferentes profesores, se diseñó, ejecutó y se puso en operación a través de una llave en mano y se incluyó una capacitación.
5	• Hay un objetivo a nivel estratégico alrededor del cual se generan todos los proyectos; y es que vamos a cambiar la matriz energética. Ese es el objetivo general; objetivos específicos del proyecto ya son propios de cada área en términos de lo estándar, o lo mínimo requerido en términos de calidad, o el alcance definido por ejemplo para el área técnica o el área de permitting. • Aunque sí tenemos uno que es realmente necesario con este tipo de proyectos y lo consideramos totalmente como factor de éxito porque garantiza en definitiva que el sistema fotovoltaico se implemente, pero, sobre todo, se use. Al lugar al que llegamos, involucramos a la comunidad; construimos valor compartido generando algo que a las comunidades les sirva y a nosotros como organización también. Por ejemplo, tenemos un programa de "Mamás solares" en el que se capacita a mujeres en la India en mantenimiento de paneles para que ellas mismas puedan encargarse de la operación y mantenimiento del sistema; así se involucran de lleno con su producto y se les deja algo que les sirva; en otras ocasiones, lo que se hace en sí es generar proyectos secundarios que resuelvan sus necesidades por el lapso de tiempo de la vida útil del proyecto solar. • En la definición de los objetivos específicos, participa todo el equipo: ingeniería y construcción, el área comercial, el equipo de desarrollo de negocio. Este último es el equipo que hace toda la evaluación inicial del proyecto, determina el potencial, las posibilidades y empieza a desarrollarlo. Y con desarrollo me refiero a que empieza a conseguir toda la información necesaria que las demás áreas requieren para realizar todos los estudios necesarios y determinar así la factibilidad del proyecto y que, además, esté alineado con lo que la organización quiere, con lo que la organización espera y con sus lineamientos. En otras

	palabras, es el área encargada de realizar el Business Analysis que prioriza los proyectos en función de rentabilidad, riesgo asociado; entre otros.

Entrevista	No. 3 ¿A quiénes se les debería comunicar los objetivos, son estas mismas personas o hay personas adicionales y en qué momento?
1	• Esas mismas personas son las primeras que se le identifican los objetivos, pero luego vienen los comités de aprobación de cada una de esas diferentes instancias, unos comités donde van de gerencia, vicepresidencia, hasta presidencia o junta directiva dependiendo el monto entonces en la medida en que se van dando los comités se tiene que ir a contar cuáles son los objetivos que van a alcanzar y cuál es esa promesa valor que se va a tener • Toda esta gente de jurídica, financiera, tributaria, le da el *check list*, yo inscribo a los diferentes comités de aprobación donde voy y muestro los resultados de todo el trabajo que hizo esta gente, los números que dicen que el proyecto vale la pena hacerlo porque me va a generar tantos ahorros, tantos beneficios, tantas reducciones de emisiones de CO2, tantos bonos de carbono
2	• Es importante diferenciar las etapas del proyecto. La etapa de prefactibilidad, los objetivos de producción de energía, de reducción de huella de carbono, se comunican a los tomares de decisión, los responsables de dar la aprobación presupuestal del proyecto (stakeholders). • Una vez el proyecto ya está en ejecución, hay que bajar los objetivos para las personas que serán responsables de la planta. Ahí hay que involucrar a los responsables de la operación y mantenimiento, o si el Cliente decide hacerlo con un tercero se debe bajar a ellos, porque finalmente estas inversiones son de un payback a largo plazo, tiene un payback de más de 6 años. Hay que bajar muy bien esos objetivos porque si la producción de energía no se cumple esa inversión de energía va más allá.
3	• Se le debe comunicar fundamentalmente a los inversionistas que participan en el negocio y a los bancos que financian el proyecto el estado del proyecto y el plan de negocios para poder ponerlo en marcha, porque lo que quiere ver un inversionista es la seguridad con la cual retornará la inversión y a qué tasa.

4	NA
5	• La verdad es que, como te comenté anteriormente, nuestros objetivos están dados desde casa matriz y esos son conocidos por todos los colaboradores. Lo que puede variar son los objetivos específicos de cada "mini-proyecto" y, a decir verdad, entre más rápido los comuniques, más rápido vas a tener a la gente de tu lado; entonces lo ideal es que apenas los tengas definido, establezcas la estrategia de a quién y cómo se los comunicas.

Entrevista	No. 4 En las organizaciones en las que ha trabajado, ¿ha logrado evidenciar un alto nivel de apropiación de los objetivos del proyecto por parte del equipo, y si es así, ¿cómo lo han logrado? ¿Considera que esto es necesario para garantizar precisamente el cumplimiento de los objetivos?
1	• Cuando uno le explica a la gente los beneficios de este tipo de proyectos y demuestra que efectivamente son reales, la gente se compromete, entonces cuando comienzas a mostrar que es real, que lo que se prometió y se cumplió, eso se vende solo, porque hay un antecedente positivo • Sin duda es necesario para garantizar el cumplimiento de los objetivos
2	• Para empresas grandes, hay varias situaciones, lo que he encontrado es que abordan estos proyectos bajo diferentes modalidades: firman acuerdos de que un tercero les monte el proyecto y ellos generan una concesión que son los contratos de PPA, esos contratos representan para el Cliente no tener que hacer la inversión, pero trae como consecuencia que el Cliente se desliga de la producción de energía, las metas de eficiencia no se ven tan focalizadas. Mientras que, si la planta es propiedad del Cliente, hay un esfuerzo mayor porque la producción sea más eficiente, el mantenimiento sea más oportuno. Lo que he notado es que, dependiendo de la modalidad de contratación del proyecto, pueden existir dificultades o no para bajar los objetivos. • Cuando la planta la suministra el Cliente, es clave que esos objetivos sean apropiados por toda la organización. He encontrado Clientes que les montan el sistema fotovoltaico y no reciben un buen proceso de capacitación y la planta se les va. Si el Cliente no tiene un proceso de capacitación y entrenamiento fuerte,

	o no tiene un contrato de mantenimiento fuerte, el sistema puede quedar quieto por semanas o meses, es un sistema de generación que no está rentando. • Es importante estar involucrando a toda la cadena y también saber quién responde cuando pasa algo, ahí falta un poco de cultura tanto de las empresas que están montando los sistemas como de los Clientes. Estos sistemas son muy sensibles, y si bien no requieren un mantenimiento fuerte y continuo, sí requieren un monitoreo permanente.
3	• Si, siempre se ha evidenciado la apropiación de los objetivos por parte del equipo del proyecto. Lo que hacemos nosotros es que tenemos un grupo interno muy pequeño y la mayoría de las cosas se tercerizan a expertos en cada área, de tal manera garantizamos que los equipos tienen el mayor conocimiento e interés alineado con que el proyecto sea exitoso. Adicionalmente, a estos expertos le dejamos un margen de participación en el éxito del proyecto para garantizar que no estamos simplemente contratando una consultoría que cualquiera puede ofrecer, sino una consultoría comprometida.
4	• Esto viene muy de la mano con el empoderamiento que hablábamos anteriormente. Con los sistemas fotovoltaicos existe la posibilidad de cuantificar casi que diariamente el ahorro en el que se está incurriendo con el proyecto, monitorear en tiempo real el sistema para hacerle seguimiento al cumplimiento de los objetivos y hacer una toma de registro de la información de producción de la energía lo que hace que los dueños del proyecto tengan un control total del mismo y un alto nivel de involucramiento. • Si, sin duda. En el caso del proyecto de la Escuela se escogió una solución con un proveedor que permitiera realizar el monitoreo en tiempo real del sistema durante toda la vida útil del proyecto, porque finalmente eso es a lo que uno le interesa es estar monitoreando siempre el comportamiento para asegurarse que se está obteniendo lo que se quiere.
5	• Siguiendo por la línea de los objetivos específicos de cada área, entonces la apropiación se logra en la medida que cada colaborador tiene clara su meta dentro del equipo para alcanzar ese objetivo común y se parte desde el principio en que cada colaborador hace su mejor trabajo, que cada uno de ellos está

	realmente comprometido con el proyecto. No obstante, los incentivos a los que pueden acceder los colaboradores por cumplimiento de metas también fortalecen esa apropiación; y no es solamente incentivos económicos, muchas veces es un reconocimiento en público que viene desde la alta gerencia y eso también te motiva, te invita a cogerle mucho cariño a lo que estás haciendo • Y sin duda alguna es necesario para garantizar el cumplimiento de los objetivos. Al final el trabajo es de la persona, y si la persona siente que su trabajo está siendo reconocido, con seguridad se mantendrá haciéndolo bien. Y en esa misma medida, la compañía seguirá alcanzando sus objetivos.

Entrevista	No. 5 ¿En esta organización se realiza algún otro proceso durante la fase de alineación o eso es como lo usual?
1	• En las líneas estratégicas os proyectos hacen parte, entonces una de las líneas estratégicas es identificación de nuevas fuentes renovables y el segundo es fuentes de energía costo-eficientes, un proyecto de estos debe ser costo-eficiente y está enmarcado dentro de la nueva línea de Ecopetrol de la diversificación de la matriz energética con inclusión de energías renovables no convencionales.
2	• El análisis de riesgo es importante, sobre todo para grandes proyectos como las granjas solares. Es un proceso permanente, el mapa de riesgo lo debes ir actualizando, los riesgos van evolucionando. Con la entrada en operación aparecen otro tipo de riesgos, hay que alinear muy bien los objetivos, pero siempre teniendo en cuenta dónde están los riesgos. El análisis de riesgos es clave, y es algo que a veces se olvida.
3	• Lo que hacemos básicamente es identificar el proyecto, el potencial que tiene, la manera de conseguir el objetivo y la manera de comprometer a los diferentes partícipes en el proceso con el éxito del proyecto. Ahora, no necesariamente desde el principio hay inversionistas compradores del proyecto, lo que se tiene es una serie de inversionistas en desarrollo y una vez el proyecto se consolida, se avanza hacia los inversionistas que propiamente construyen y operan el proyecto; pueden ser de tipo estratégico, que son aquellos con conocimiento del negocio y también se combinan muy frecuentemente con los inversionistas

	financieros que simplemente ponen los recursos sin necesidad de tener conocimiento técnico del proyecto
4	• Para lograr una correcta alineación del proyecto con los objetivos de lograr ahorros y eficiencia energética, es necesario revisar muy bien el sistema y asegurarse de que no haya problemas con el factor de potencia porque este tipo de soluciones no corrige esta parte, como lo que hace es ahorrar energía activa, el problema empeoraría por lo que resulta ser contraproducente la instalación de estos sistemas. Entonces lo que primero se debe hacer es solucionar los problemas de eficiencia energética y ahorro de energía.
5	• Aquí no nace un proyecto si no está alineado con la estrategia. Tenemos un comité de "*Screaming*" donde se da la aprobación final del proyecto. Sin embargo, desde la fase cero se sabe muy bien lo que quiere la organización y hacia dónde vamos; entonces para que el proyecto logre entrar al pipe line debe estar primero alineado con lo que busca la empresa y pasar una primera aprobación, luego te dan la autorización de usar recursos económicos para llevar a cabo todos los estudios pertinentes. En esta etapa de desarrollo existen diferentes fases donde tienes que presentar algunos resultados como en la preliminar *proposal meeting* y antes del comité de inversión en la *critical proposal review* con el fin de validar que el proyecto va en la dirección correcta; es decir, alineado con lo que espera la organización.

Entrevista	No. 6 ¿Cuáles de los procesos que nosotros mencionamos en la teoría y de los que se realizan aquí, considera que son clave para que el proyecto resulte adecuadamente alineado con los objetivos de la organización?
1	• Para este tipo de proyectos el proceso financiero, donde se caiga un proyecto en el tema financiero es mortal, eso afecta el CAPEX y afecta el OPEX y afecta el costo del barril, el tema financiero es super clave ahí.
2	NA
3	NA
4	• Para el caso de los proyectos fotovoltaicos es importante detectar lo que se quiere, tener en cuenta los posibles escenarios identificados por la CREG 030:

	ahorrar energía, ahorrar y vender, o exportar energía. Esto es muy importante realizarlo desde el inicio de la concepción de los proyectos.
5	NA

Entrevista	No. 7 Las personas que típicamente participan en estos procesos de alineación, ¿son las mismas que ejecutan estos proyectos?, y si es así, ¿considera que es un factor importante para garantizar que los objetivos se alcancen?
1	• Los que arrancan con el proyecto entregan la posta en el momento de la adjudicación de un contrato, pero son los mismos que están en toda la planeación y el momento de la adjudicación del contrato ya si se salen porque no pueden ser juez y parte, pero sí son los mismos a lo largo del desarrollo del proyecto inclusive cuando se adjudica el contrato y comienza la ejecución de la obra alguna de esas personas pueden llegar a ser interventores del proyecto.
2	• No siempre son las mismas, deberían ser la mismas, la recomendación que yo haría es que un cliente seleccione muy bien a su proveedor y ese proveedor le garantice todas las etapas preingeniería, ingeniería, puesta en servicio, incluso la operación y el mantenimiento, que le haga todo el acompañamiento. Hoy desde la resolución 030 del 2018 ya existe la posibilidad de venta de excedentes, eso es un ingreso más para el proyecto y debe ser gestionado adecuadamente para que la empresa pueda capturar esos beneficios, y requiere un trámite adicional que no siempre es exitoso, la UPME es la que emite esos certificados y se está demorando bastante. Lo ideal es tener la coherencia entre todas las etapas, tener esa alineación. Lo ideal es tener toda esta alineación, que se logre en la práctica no siempre. El regulador va generando normas, poco a poco la industria va siendo más consciente en la formalización del tema, la 030 obliga que declare la instalación.
3	• Sí, son las mismas personas y por supuesto que es un factor para garantizar que los objetivos se cumplan. Son objetivos del más alto nivel y se gestionan desde esa figura para garantizar que haya la alineación correcta del proyecto con la organización y de los miembros del equipo con el proyecto.

4	• Sí, suelen ser los mismos y sí es importante porque así se tiene una idea global de todo el proyecto.
5	• Efectivamente, como te digo, aquí todo es una cadena así que siempre son los mismos. Y sin duda alguna es un factor de éxito para garantizar que los objetivos se cumplan porque como participan desde una fase temprana, entonces logran comprometerse con los objetivos del proyecto a lo largo de todo el desarrollo.

Entrevista	No. 8 ¿Se monitorea el cumplimiento de los objetivos y quiénes lo hacen?
1	• Sí, está esa persona que como interventor que preferiblemente debe ser alguien del comienzo del contrato y cuando se hacen las aprobaciones en los comités se dejan unos hitos de seguimiento y control, entonces hay un hito que dice arranca el proyecto en tal fecha, reducción de emisiones cuando comienza a reducir en tal fecha, quién la certifica, entonces hay unos hitos que quedan de seguimiento y control de esos proyectos con los objetivos que se plantean
2	• Sí, las granjas grandes lo están haciendo bien, hay dos segmentos los clientes regulados y los no regulados. Los regulados tienen una cultura de consumo de energía, han tenido un contacto muy cercano con los comercializadores de energía, existe una competencia de los comercializadores, lo que ha hecho que haya un conocimiento mucho más detallado por parte de estos clientes de cuánto es el kilovatio/hora, qué posibilidades tienen de mejorar ese precio. Y ese tipo de clientes que se ha metido también en sistemas solares fotovoltaicos, se han implementado los mismos mecanismos de la energía convencional para el monitoreo y seguimiento de la energía solar. Los Clientes no regulados, los residenciales y de pequeño comercio, siempre había estado amarrado al operador de red, entonces el mercado regulado no es un mercado informado. Ahí todavía falta mucho por avanzar. Para los Clientes no regulados sí hay un tema avanzado y monitoreo de los sistemas y utilizan las herramientas, para el mercado regulado no, falta todavía mucho.
3	• Existen objetivos en dos niveles, los estratégicos relacionados directamente con el producto del proyecto y otros operativos que se fijan como hitos de cumplimiento dentro de la ejecución del proyecto. En este segundo ámbito,

	teniendo en cuenta que se tratan de metas específicas y necesarias para seguir adelante con el proyecto como lo son la obtención de la licencia o permiso ambiental, la autorización para la conexión a la red y demás, se designan a áreas específicas y expertas en el tema cuyo entregable precisamente es ese objetivo cumplido. • Los objetivos estratégicos ya los establecemos y monitoreamos • Y sí, es absolutamente necesario realizar el monitoreo porque es la manera de garantizar que la parte operativa sí está alineada con la estrategia.
4	• Sí, es algo inherente a los proyectos y es muy importante. En la etapa de operación y mantenimiento es importante hacer la transferencia de conocimiento para garantizar que, primero, las personas responsables de esta labor sepan exactamente cuáles son los resultados esperados con el proyecto, que tengan claridad hacia donde se quiere ir y, como son las personas que están en una constante interacción con el sistema, pues son los que obtienen los datos de primera mano, entonces, si ellos están alineados con lo que se busca, harán lo posible por obtenerlo.
5	• Sí se monitorea el cumplimiento de los objetivos a través de indicadores con sistemas de información y KPI's para saber lo que está pasando. • Efectivamente es necesario esto para garantizar que se cumplan porque es la única manera de corroborar los resultados y que los resultados obtenidos corresponden con lo esperado.

Entrevista	No. 9 Adicional a los factores mencionados, ¿qué otros factores considera que son necesarios para garantizar la obtención de los objetivos desde la fase de alineación?
1	• Estructurar unas muy buenas especificaciones técnicas y un acompañamiento técnico durante el proyecto que permita alcanzar esa alineación que me propuse cumplir con el proyecto.
2	• Ya hablamos del tema de indicadores, de bajar los objetivos, el compromiso; la educación definitivamente hay que trabajar mucho más, como es un tema de apropiar tecnología nueva a una escala masiva, hay un tema de educación que

	hay que trabajar casi que desde los colegios y que lo vean como un estándar y no como algo novedoso. Todos en sus casas deberían tener paneles para autoconsumo. Hoy en día, por la tecnología, yo podría suministrar gran parte de las áreas comunes con energía solar.
3	• Realmente considero que esas son
4	• El tema de mantenimiento es algo también a considerar, pese a que es muy sencillo, hay zonas en las que la polución es considerable y el sistema se debe blindar ante ella para garantizar que siempre funcione adecuadamente. Es necesario realizar y ejecutar un adecuado plan de mantenimiento a los paneles.
5	• Esos son y hasta el momento nos han funcionado muy bien. Aunque hay también un factor que permite que todo fluya mejor. La organización brinda espacios de libre participación en el que los colaboradores pueden hablar de lo que les gusta, lo que funciona y también lo que recomiendan cambiar. Si bien eso no garantiza que el cambio se implemente, sí es un proceso de participación que no se encuentran en cualquier lado.

Entrevista	No. 10 Empezando con el estudio de mercados, ¿cuáles considera que son las variables que más influencia ejercen en la decisión de hacer o no el proyecto y cómo obtenerlas de manera precisa?
1	• Para Ecopetrol, este tipo de proyectos no está hasta el momento encaminado como venta de excedentes o venta de energía, son proyectos que se están realizando para autoconsumo, autogeneración, entonces las variables que juegan un factor ahí importante es simplemente el precio-costo.
2	• Para el Industrial sigue siendo un tema económico, como estamos vendiendo proyectos y no productos, el industrial no le interesa qué tipo de planta sea, lo que a él le interesa es ver un ahorro de energía, cómo eso se rentabiliza. • Para otro tipo de Clientes, por ejemplo, los del sector educativo, esos Clientes sí tienen una característica particular y es que a ellos les interesa vender un proyecto pedagógico y que ven las energías renovables como un tema relevante para sus estudiantes, universidades y colegios tanto públicos como privados, no

	ven la rentabilidad como el principal factor sino como un factor secundario, el principal factor es poder mostrarle a los chicos que esta tecnología funciona, en este tipo de mercados, hay otro tipo de incentivos, como un Good Will, se puede mercadear este tipo de proyectos integrando la tecnología y mencionando el tema pedagógico.
3	• Existen dos variables fundamentales que se deben combinar de la manera óptima posible para entrar al mercado de generación: precio y confiabilidad, porque de nada sirve un buen precio si no es confiable y así mismo, tampoco puede ser muy rentable ofrecer confiabilidad, pero a muy alto costo. • En cuanto a la operación del mercado, los mecanismos varían de acuerdo con la necesidad, el interés y las oportunidades que tenga la empresa generadora para ofrecer energía. Hay quienes se dedican al mercado *spot* porque en una valoración de riesgo y precio han encontrado en su operación que éste es el que mejor se acomoda a su disponibilidad y necesidades, ofertan y venden lo que tienen, pero no tienen un mecanismo de pague lo contratado o pague lo generado. • Hay contratos bilaterales y de largo plazo donde existen garantías de compra y venta. Yo creo que los contratos bilaterales en el corto plazo tienden a ser suplantados por aquellos de más largo plazo que a su vez, pueden ayudar a financiar los proyectos de mejor manera que el cargo por confiabilidad, que es un mecanismo muy poco práctico, que se ha adoptado por necesidad, pero no es el óptimo y en eso ya está trabajando la UPME.
4	• Más allá del tema de mercados, la decisión de realizar un proyecto es algo más humano teniendo en cuenta los beneficios que atrae este tipo de proyectos adicional al tema de imagen verde que brinda. Existen casos incluso en los que las organizaciones han arriesgado sus flujos de caja sólo con el fin de vender otra imagen a sus clientes o de mantenerse como empresa ejecutora de este tipo de proyectos; aunque también existen aquellas que prefieren invertir en el *core* de sus negocios principales para que económicamente no se arriesgue mucho. • Por otro lado, en el caso de aquellos que están en el escenario de exportar la energía 100% el reconocimiento de la energía es el precio de bolsa; es decir, que

	el proyecto va a estar sometido a esta variable y por ello es importante hacer un análisis de sensibilidad con ella a lo largo de la vida útil del proyecto. • En el mercado mayorista, los mecanismos de subastas han dado buenos resultados y más aun partiendo de la primicia de que fue una meta de gobierno aumentar la participación de las energías renovables; adicional al interés mostrado por empresas como Celsia que decidieron entrar de lleno a este mercado aún con los riesgos asociados.
5	• El estudio de mercados es algo que se hace en general y no por cada proyecto. Entonces, cuando ENEL decidió entrar a Colombia, lo primero que vio fue el potencial de construcción de MW de este tipo de tecnología, el crecimiento de la demanda, si es un país en desarrollo o, por el contrario, su economía está entrando en recesión, la proyección de crecimiento del precio de bolsa, el plan de expansión de la UPME; entre otras. Pero también vio que no hay nada de regulación; entonces en eso se centraron inicialmente los esfuerzos, volver la regulación a favor. Porque ENEL entiende que la tecnología siempre va primero que la regulación, pero no por eso se abandona la idea de desarrollar proyectos acá, al contrario, se busca la manera de generar políticas y regulación que faciliten su implementación. • Y para ello también necesitas conocer muy bien el mercado, conocer realmente el potencial de venta y así hacer un buen Business Case.

Entrevista	No. 11 Dentro del estudio técnico, ¿cuáles son las variables que deberían tenerse en cuenta y cómo gestionarlas eficazmente?
1	• Miramos disponibilidad de terreno, entonces teniendo el terreno, cuál es la mejor tecnología que va a generar mayor energía, comienzan la gama de alternativas que permite identificar en esa área cuál es la mejor tecnología para colocar, la voy costeando y al final escojo. También hay una parte que es el tema de conexionado, entonces como voy a conexionar a la red que voy a entrar, qué tipos de equipos voy a instalar, cuánta distancia, cuánto me cuesta esto; estas son todas las alternativas que me genera el estudio.

2	• Las variables técnicas están asociadas con la producción de energía, es decir, debes tener mucho cuidado en especificar muy bien los equipos, de tal forma que tengas un diseño eficiente dependiendo del consumo que quieras generar.
3	• Tecnología y rendimiento, lo cual no es siempre proporcional al precio; no siempre la tecnología más costosa es la que mejor se adapta a cierto país o cierta zona y eso evita que se obtenga el mayor rendimiento en el sistema, la cantidad de irradiación solar que hay en el sitio, los costos de conexión, cuánto valen los terrenos (si se compra o alquila); y la parte ambiental también tiene mucho peso porque a veces se prefiere escoger un lugar con menor irradiación con tal de evitar un problema con la comunidad.
4	• Desde el punto de vista técnico la calidad de los paneles e inversores es fundamental; para ello existen listados públicos reconocidos que exponen las mejores marcas para esta aplicación.
5	

Entrevista	No. 12 ¿Cuáles serían las que facilitan o dificultan principalmente la viabilidad técnica y económica de estos proyectos?
1	• Conexión juega un papel bien importante y el área, la disponibilidad de área.
2	• Un tema importante es el de eficiencia energética, uno debería desarrollar primero un proceso de eficiencia energética con los Clientes antes del proyecto de energía solar. Ya existen soluciones para la necesidad de todo tipo de Clientes, lo importante es hacer un estudio muy bien hecho de las necesidades del cliente para traerle la solución que más le convenga
3	NA
4	• Es muy importante tener un buen software para una acertada simulación del proyecto que tenga en cuenta todas las variables que influyen en la eficiencia del sistema: radiación solar, predicción de producción de la energía, crecimiento del precio kW/h, área disponible para la instalación de paneles y personal capacitado para que haga la simulación lo más real posible.

5	• El recurso solar es el predominante, el factor que posiciona el proyecto como mejor o menos viable. Otros aspectos que también se toman en cuenta son: la distancia al punto de conexión, si los predios requieren movimientos de tierra, si hay cruces de líneas férreas, el tamaño de la instalación que muchas veces se determina dependiendo de si se quiere realizar el trámite con las CAR o con la ANLA ya que la primera de ellas gestiona los permisos ambientales para proyectos de menos de 100 MW, para instalaciones más grandes, el trámite se realiza con la ANLA; entonces con base en eso, también se escoge el tamaño del sistema. • Adicionalmente también se revisa el número de propietarios con los que quiero negociar; porque muchas veces el tamaño del sistema es muy grande y el terreno necesario está dividido en varias partes con diferentes dueños cada uno entonces tienes que entrar a negociar con cada uno de ellos. O puedes escoger una instalación más pequeña que ocupe un terreno donde solo hay un propietario. A todo esto, se le llama un estudio de terrenos y su resultado da una idea de la locación donde se puede implementar el proyecto.

Entrevista	No. 13 Dentro del estudio administrativo, ¿qué factores organizacionales considera más relevantes para comunicar al equipo la estrategia? ¿cómo mantenerlo alineado con lo que tiene pensado la organización?
1	• Dentro del proceso entregamos la documentación que queríamos que ellos siguieran como requerimiento, entonces al tercero se le entrega el plan de manejo ambiental. La construcción de ese plan de manejo específico se hace en conjunto con el tercero de nosotros. Se le entregan políticas adicionales al entorno, cómo es el manejo entorno en esa área, cuáles son las problemáticas que se ven, cómo se debe manejar la comunidad, Básicamente es entregarle normas y estándares de cumplimiento de Ecopetrol para que ellos lo sigan.
2	• El éxito está en garantizar que el diseño se cumpla en terreno, la gestión administrativa tiene que estar orientada al cumplimiento de cronograma y cumplimiento del alcance técnico y presupuestal.

	• En la etapa intermedia de fabricación, de desarrollo del proyecto, tienes unos insumos que son planos de diseño, coges los planos de diseño se los entregas al que va a montar los paneles, a esa persona o a ese proceso de ejecución no le va a interesar el tema de energía, simplemente hacer rápidamente lo que está en el diseño, asegurar la calidad de la obra. Para él va a hacer relevante de cumplir en el tiempo o menos sin detrimento de la calidad del montaje. Los objetivos son cronograma, plazo y calidad de la obra.
3	• Teniendo en cuenta nuestro modelo de negocio, nosotros no somos los encargados de ejecutar el proyecto y, por ende, no tenemos injerencia en esta fase del proyecto; sin embargo, nos encargamos de entregar todo lo necesario para los dueños del proyecto puedan desarrollarlo sin ningún contratiempo; les entregamos los permisos y las condiciones de esas aprobaciones para que ellos trabajen en armonía con estos acuerdos. • En el tema legal, lo que mayor peso tiene es la parte social, la adquisición de los terrenos y la conexión a la red pública.
4	• Generalmente, las organizaciones suelen contar con una unidad encargada de la parte energética de la compañía que finalmente será la encargada de la operación del proyecto. Es preferible que la unidad cuente con el personal con conocimiento técnico del proyecto para realizar el adecuado monitoreo del sistema.
5	• La organización en la que trabajamos es matricial; lo que significa que, dentro del área, por ejemplo, de desarrollo, hay un gerente que tiene un equipo a cargo durante la fase de análisis y evaluación de propuestas, pero una vez el proyecto entra a su fase de desarrollo, pasa al área de Ingeniería y Construcción donde existe otro gerente, pero con el mismo equipo a cargo. Así se garantiza que un mismo equipo está trabajando durante todas las fases del proyecto y por ende hay menor riesgo de pérdida de información; pero al mismo tiempo, los gerentes deben ser conscientes de que no disponen de su equipo al 100% porque seguramente tendrán ocupaciones parciales en diferentes proyectos, pero el equipo debe responder con todas sus asignaciones.

	• Otro tema es el procedimental. Tener procedimientos claros y asegurarse que los colaboradores los conozcan, ayuda a mantener el equipo focalizado

Entrevista	No. 14 Desde la perspectiva del estudio de impacto ambiental, ¿cuáles cree que deberían ser los criterios ambientales para la aceptación de proyectos fotovoltaicos?
1	• Que los impactos se identifiquen y se formulen la mitigación de estos. Lo primero es eso, identificar los factores de impacto, hacer la matriz de mitigación de esos riesgos, identificar el uso del agua para el mantenimiento, identificar el impacto con respecto a cómo va a ser la rocería de esa vegetación que va a estar debajo de los paneles. El tema ambiental detrás hay un tema de alto impacto ambiental que hay que monitorear y asegurar
2	• Este proyecto se maneja como cualquier otro proyecto de infraestructura donde se tiene que evaluar los principales impactos. Los impactos están asociados con un espacio importante cuando se trata de granjas solares, hay que evaluar el impacto paisajístico de ese tipo de instalaciones, durante la construcción si hay la necesidad de gestionar todo el tema de residuos, no son proyectos muy contaminantes, pero se debe gestionar la disposición de residuos, al final de la vida útil se debe gestionar la disposición de esos desechos.
3	• Desde el punto de vista ambiental, la verdad es que la regulación es muy generosa con los proyectos solares fotovoltaicos porque incluso ni siquiera se debe presentar un Diagnóstico de Alternativas, se pasa de una vez a licenciamiento; sin embargo, la autoridad ambiental hace una verificación de los recursos naturales que se están usando y la posible afectación que se puede generar en ellos. Lo más evidente posiblemente es a nivel paisajístico por la cantidad de área requerida para la instalación de los paneles. No obstante, la autoridad lo evalúa con cierta flexibilidad porque realmente no hay otra manera de generar energía más amigablemente con el ambiente.
4	• Desde la concepción de un proyecto de energías renovables y específicamente de uno fotovoltaico, éste se justifica desde el punto de vista ambiental comparándolo con cualquier otra alternativa de generación; sin embargo, su justificación no se basa en el equivalente por tonelada de CO2 ya que el precio

	equivalente en nuestro país es mucho menor que en cualquier otro lugar dada la primacía del recurso hídrico en nuestra matriz energética, lo cual, la hace mayoritariamente limpia.
5	• Hacemos un análisis preliminar ambiental donde identificamos todas las posibles restricciones buscando siempre la menor afectación ambiental; empezamos mirando si existen comunidades indígenas aledañas donde el riesgo es más alto por todo el trabajo que se debe hacer con ellos para evitar que frenen el proyecto; luego y teniendo el input de los terrenos preseleccionados con los estudios técnicos, en cada uno de ellos miramos la vegetación, si la compensación ambiental para obtener la licencia sería alta, media o baja; en lo posible que sean terrenos planos, entre más cerca esté al punto de conexión menor será el impacto. Así mismo se evalúan que los terrenos no estén dentro de alguna área de protección, de manejo especial o de reserva; si es el caso, se genera la alerta para que en caso de que dicho terreno sea seleccionado por sus bondades técnicas, económicas y demás, se tenga presente desde el primer momento la gestión ambiental que se le debe hacer. • Un factor que puede inviabilizar un proyecto en fases tempranas es el tema de compensación de ecosistemas. En el país existe todo un manual sobre el tema que define específicamente cómo se debe compensar teniendo en cuenta el ecosistema mínimo durante 10 años o durante toda la vida útil del proyecto. Y esto tiene unos costos asociados altos dependiendo de la naturaleza del ecosistema que afectan directamente el CAPEX y el OPEX del proyecto y lo pueden inviabilizar.

Entrevista	No. 15 ¿Cuáles son los indicadores ambientales que deberían monitorearse para validar esos estudios de impacto ambiental?
1	• Cuando se hace el PMA específico, se generan unas fichas de seguimiento, esas fichas reposan en la administración y están a la mano de cualquier persona del pueblo que quiera ir a pedirlas, y de una u otra forma, son los veedores de que se cumplan lo que se dijo ahí.

2	• El indicador ambiental por excelencia es el de reducción de emisiones, de CO2, porque de resto son de instalación pasiva, no genera residuos, no tienes que controlar combustible ni desperdicios. En el tema ambiental es una instalación muy amigable, realmente no hay necesidad de manejar indicadores complejos, ya las granjas solares, de pronto en el tema del mantenimiento, controlar, por ejemplo, el uso del agua.
3	• Los indicadores que deberían medirse tendrían que girar mayoritariamente alrededor del tema social, y en segunda instancia en el tema biótico y abiótico.
4	• Equivalentes de CO2, N2O
5	• Y ya en cuanto indicadores, las autoridades competentes definen que: el aprovechamiento forestal se debe hacer de una manera específica, temas de fauna, manejo de material particulado cuando estás entrando en la etapa de construcción. Tenemos también un corredor ambiental, que son áreas de conectividad de especies que se pueden generar entre los parques. El tema de inundación también es muy importante, que no haya ocupación de cauces.

Entrevista	No. 16 Dentro del estudio financiero y de financiación, ¿qué otras variables definen la rentabilidad financiera de los proyectos?
1	• TIR, WACC, el otro simplemente es la tarifa kilovatio/hora y la tasa de descuento que es el 8% o 10%
2	• Indudablemente la TIR, el VPN, el *payback*. Yo creo que esos tres indicadores fundamentalmente con un análisis de sensibilidad.
3	• El método principal como en cualquier otro proyecto para la evaluación financiera es a través de la TIR; el cual es el resultado de la relación entre el precio de venta y el costo de producción, las principales variables para considerar en esta evaluación.
4	• Los métodos básicos con los que se evalúa cualquier proyecto son: TIR, Payback, VPN. Sin embargo, cuando se quiere comparar una alternativa renovable con una no renovable es difícil ponerlas a competir en las mismas condiciones. Se habla entonces de conceptos como el TOTEX que es como el

	CAPEX y el OPEX, pero como totalidad del proyecto. Hay otro que es EROI (*Energy Return on Energy Investment*) que habla de cuánta energía se requirió para generar la energía que estoy entregando con mi sistema. Para este criterio, se sabe que los proyectos eólicos y solares cuentan con un EROI bastante bueno comparativamente con un hidráulico o térmico
5	• Esto es algo muy objetivo, cada empresa elige su modelo financiero; aquí tenemos uno basado en cuatro indicadores cuyos resultados se ven categorizados en el modelo de valoración. • Aquí el modelo de valoración lo maneja un área específica y lo que ellos solicitan es información muy puntual; por ejemplo, cuánto cuesta el CAPEX, cuánto es el OPEX, cuáles son los beneficios, cuáles son todos los costos regulados, el valor del cargo por confiabilidad y todo eso lo meten dentro de un Excel que al final te dice si el proyecto es viable y lo vendemos a un precio X. Con este precio se satisfacen los cuatro indicadores que la compañía definió como criterios de evaluación de los proyectos para todos los países.

Entrevista	No. 17 Dentro de lo que hay actualmente dentro del país, ¿qué otro mecanismo debería existir para facilitar la viabilidad financiera de los proyectos?
1	• Los créditos en los bancos nacionales, solo se ha hecho uno con el banco interamericano de desarrollo, los bancos no dan financiación a tanto plazo, a proyectos de 15 años. Los bancos no tienen la tranquilidad de fondear este tipo de proyectos. Dependiendo del Cliente al que se le va a vender el proyecto es más favorable o no. Se necesita más conocimiento de los bancos y que apoyen más este tipo de proyectos.
2	• Una cosa es la viabilidad financiera, te la da el análisis que hagas del flujo de caja del proyecto, consideras la inversión y los diferentes ahorros de energía capitalizados y traídos a valor presente. Ese análisis financiero te define si un proyecto es rentable y si esos indicadores de rentabilidad son aceptables para el Cliente. • Ya el otro tema son las fuentes de financiación, puedes desarrollar la inversión con capital propio, el cliente es quien determina la mejor situación dependiendo

	su situación financiera, hay bancos que te ofrecen líneas verdes de crédito para este tipo de proyectos, te ofrecen leasing, te ofrecen renting. Tal vez falta más maduración del sector para que haya más agentes que hagan ese tipo de propuestas. Falta mayor dinámica en el mercado para que haya más competencia entre los agentes y para que haya mayor financiación.
3	• En cuanto a los mecanismos de financiación, lo que se ha visto es que entre el 20 y 30 son fondos propios, y el restante a través de créditos con bancos nacionales e internacionales, es mejor porque se paga en COP.
4	• Ya existen mecanismos como líneas o bonos verdes expedidos por los bancos para la financiación de este tipo de proyectos; o, por ejemplo, el fondo FENOGE creado a partir de la ley 1715 de 2014 ayudan a la viabilización de este tipo de proyectos; adicional a los beneficios económicos listados con esta ley.
5	• En ese tema nosotros realmente no opinamos mucho. Aquí simplemente nos preocupamos por demostrar la viabilidad financiera de un proyecto para obtener la aprobación por parte del comité de inversión y así obtenemos el financiamiento de los proyectos.

Entrevista	No. 18 En su experiencia, ¿cree que deberían considerarse estudios adicionales?
1	• Los estudios de inundabilidad, de sismología, de cortocircuito, el tema de la malla-tierra, el de conexión, el de nivel freático y los estudios de impacto ambiental, sí o sí hay que hacerlos.
2	• Sí, hacen falta estudios de apropiación tecnológica para la realidad colombiana
3	• Sí debería facilitarse estudios a largo plazo de las condiciones de irradiación solar porque lo que se hace en la actualidad es acudir a entidades internacionales con buenos estudios para lograr hacer una aproximación aceptable, pero la exactitud es algo que estará siempre en duda y ha de considerarse como un riesgo la indefinición de ciertas variables.
4	• Más allá de estudios, sería importante considerar la capacitación del personal para este tipo de proyectos porque esto les permite apropiarse mejor de los proyectos y sacarles más provecho a todas sus bondades.

5	• Estudio de inundabilidad, la ingeniería básica donde se define como la disposición física de los paneles.

Entrevista	No. 19 A nivel regulatorio, ¿qué mecanismos han facilitado la implementación de este tipo de proyectos?
1	• La ley 1715 abrió las puertas, el tema tributario facilitó mucho el descuento del IVA. Pero hace falta que la gestión sea más rápida, para que pase de un lado a otro se demora. Piden un formulario que diligenciar a la minucia, ítem por ítem, código por código. Hace mucha falta el tema de conocimiento de los funcionarios en cómo tramitar y cómo facilitar para las personas que están haciendo este tipo de proyectos.
2	• La 1715 daba los incentivos, eso logró que la rentabilidad de los proyectos mejorara, que muchos de los proyectos fueran viables. Pero nada sirve que la Ley no se pudiera instrumentalizar. • La 030 permitió la venta de excedentes, tiene una serie de restricciones, dada por una transición a este tipo de mercados, pero es normal, de entrada, no se puede colocar una apertura normal. • Yo no diría que falta más regulación sino tal vez, un especial cuidado en evitar los monopolios, mi gran preocupación sería en que el mercado se concentre en pocos agentes. Hay que tener cuidado en que la legislación no permita acaparar el mercado por estos agentes.
3	• La CREG a decir verdad ha evolucionado considerablemente en este tema; sin embargo, hay un tema que no ha resuelto y es lo relacionado con la energía embebida para evitar que, si se tienen 3 o 4 proyectos, se deban hacer 3 o 4 conexiones directa a la red porque en muchos casos se vuelve un imposible en varios aspectos.
4	• Dentro de lo existente, los beneficios económicos listados por la ley 1715 viabilizan enormemente este tipo de proyectos. Ahora, de lo que hace falta, más que añadir considero que sería mejor quitar o al menos evaluar mejor los requerimientos del RETIE que se le exigen a los proyectos de autogeneración a

	pequeña escala porque en vez de promover, lo que está haciendo es dificultar la instalación de estos proyectos.
5	• Como te comentaba anteriormente, nosotros empezamos casi desde cero en tema regulatorio, pero se ha avanzado. Sin embargo, falta el tema de costos asociados a tecnologías intermitentes. Porque actualmente, para las plantas hidros y las térmicas, existe una penalidad por no generar con lo que se comprometieron, y pretenden aplicar la misma penalidad a las plantas solares y eólicas cuando yo no puedo asegurar la constancia del recurso (desviaciones, mercado intradiario…se están proponiendo que haya un mercado diferente a las subastas actuales, regulación primaria de frecuencia)

Anexo J. Ficha técnica de la encuesta

A continuación, se presenta la ficha técnica utilizada para la encuesta para tener claridad con los datos que se requieren y la muestra

FICHA TÉCNICA DE ENCUESTA	
PERSONA NATURAL O JURÍDICA QUE LA REALIZÓ	Erica Tamayo, Juan Pablo Romero y María Velásquez – Investigadores del trabajo de grado
PERSONA NATURAL O JURÍDICA QUE LA ENCOMENDÓ	César Leal – Director trabajo de grado
FUENTE DE FINANCIACIÓN	Recursos propios de los investigadores
REFERENCIA	Factores de éxito en la alineación y formulación de FV en Colombia
UNIVERSO	Proyectos Fotovoltaicos inscritos en Colombia
TAMAÑO DEL UNIVERSO	155 proyectos inscritos ante la UPME
FUENTE	UPME
TÉCNICA	Cuestionario enviado por correo
ELEMENTO MUESTRAL	Empresas que hayan inscrito proyectos FVs ante la UPME
TAMAÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA	Se enviaron 155 correos, de los cuales 17 rebotaron y 37 encuestas fueron respondidas a través de Google

MARGEN DE ERROR Y NIVEL DE CONFIANZA	10% y 80%
MÉTODO DE MUESTREO	No probabilístico
FECHAS DE TRABAJO DE CAMPO	9 de diciembre de 2019 al 7 de enero de 2020
PROGRAMA PROCESAMIENTO DE DATOS	Hoja de cálculo en Excel

Anexo K. Encuesta piloto

Somos un grupo de estudiantes de Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, y cuyo propósito es realizar la investigación sobre los factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos en Colombia.

1. Usted o la organización en la que trabaja buscan realizar proyectos fotovoltaicos para:
    - Autogeneración – autoconsumo
    - Generación

2. ¿Cuáles son las variables de mercados que más influencia ejercen en la decisión de entrar al mercado de generación con tecnología fotovoltaica? - Seleccione una o más opciones
    - Aumento de demanda en Colombia
    - Precio kW/h
    - Número de competidores
    - Presencia proveedores
    - Otro (Respuesta abierta)

3. ¿Cuál mecanismo de entrada al mercado mayorista considera más eficiente?
    - Subasta con el estado
    - Subasta entre privados
    - Subastas periódicas bajo la modalidad "Pague lo contratado con bloques de horarios"

4. ¿Cuál mecanismo de participación considera más adecuado para garantizar la participación en el mercado de los proyectos fotovoltaicos?
    - Transacción en bolsa
    - Contratos

5. En el caso de transacciones a través de contratos, ¿Cuál considera más adecuado?
    - PPA Físico
    - Contratos Financieros
    - Otro (Respuesta abierta)

6. Administrativamente, resulta más eficiente realizar proyectos fotovoltaicos a través de contratos:
    - PPA
    - Llave en mano

- A través de un EPC

7. ¿Cuáles de las siguientes variables son determinantes para identificar la viabilidad técnica de los proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Recurso solar
    - Disponibilidad de área/terreno
    - Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos
    - Tecnologías disponibles
    - Cercanía al punto de conexión
    - Eficiencia energética de la instalación
    - Curva de carga

8. Los principales efectos económicos que busca generar con un proyecto fotovoltaico son: - Seleccione una o más opciones
    - Rentabilidad
    - Ahorro en el gasto de consumo de energía
    - Ingreso extra por venta de excedentes
    - Obtener beneficios tributarios
    - Disminución CAPEX
    - Venta de bonos de carbón

9. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de factores que facilitan la obtención de los efectos económicos
    - Time to market bajo de los proyectos fotovoltaicos
    - Bajo costo de O&M
    - Precio kW/h
    - Incentivo tributario
    - Bajos costos de los componentes de los sistemas fotovoltaicos

10. ¿Cuál tipo de financiación considera más adecuado para obtener los indicadores financieros esperados con los proyectos fotovoltaicos?:
    - Inyección de fondos privados
    - Arrendamiento (leasing)
    - Contratos PPA
    - Préstamos con bancos comerciales nacionales
    - Préstamos con bancos internacionales
    - Préstamos con bancos internacionales

11. ¿Cuál es el principal efecto a nivel organizacional que busca generar con un proyecto fotovoltaico?
    - Mejorar imagen corporativa por sello verde

- Generar conciencia ambiental dentro de los miembros de la organización
- Otro (Respuesta abierta)

12. Con el fin de obtener los efectos organizaciones mencionados anteriormente, ¿cuáles considera que son los factores de éxito para conseguirlos? - Seleccione una o más opciones
    - Involucrar en una etapa temprana a los principales interesados
    - Capacitar al personal sobre los beneficios de este tipo de proyectos
    - Involucrar el área de marketing para mostrar los beneficios

13. ¿Cuáles de las siguientes variables ejercen mayor influencia en la consecución de la licencia ambiental para la implementación de proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Uso del suelo
    - Uso del agua
    - Vegetación
    - Gestión de residuos
    - Componente arqueológico
    - Componente paisajístico
    - Afectación social

14. ¿Cuáles de los siguientes factores garantizan el mínimo impacto ambiental sobre los componentes anteriormente identificados? - Seleccione una o más opciones.
    - Educación a la gente, tanto al equipo de trabajo como a los interesados y a la comunidad
    - Cercanía de la instalación al punto de conexión
    - Tecnología más eficiente y con opción de realizar monitoreo en tiempo real del sistema
    - Adecuada gestión de residuos
    - Terrenos que requieran menor movimiento de tierra
    - Acompañamiento permanente de personal ambiental especializado
    - Tratamiento adecuado de aguas residuales generadas durante los procesos de mantenimiento del proyecto

15. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de impactos que se buscan obtener con los proyectos fotovoltaicos.
    - Reducción de huella de carbono
    - Cambio o diversificación de la matriz energética
    - Generar confiabilidad al sistema
    - Reducir el precio de bolsa del kW/h

16. ¿Cuál es un factor de éxito para garantizar la obtención de los impactos mencionados anteriormente?
    - Incluir el impacto dentro de los objetivos de la organización
    - Identificar y gestionar como interesados a las organizaciones de desarrollo
    - Otro (Respuesta abierta)

17. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de factores que ejercen influencia para obtener los resultados esperados en los proyectos fotovoltaicos.
    - Definirlos y documentarlos
    - Comunicarlos a todos los interesados
    - Establecer plan de monitoreo para cada fase del ciclo de vida del proyecto
    - Definirlos desde un alto nivel jerárquico dentro de la compañía

18. ¿Cuáles son los roles o departamentos que deberían participar en la definición de los objetivos del proyecto para garantizar que se cumplan de manera exitosa? - Seleccione una o más opciones
    - Project Manager
    - Gerente de Programa
    - Gerente de portafolios
    - Stakeholders más relevantes identificados
    - Analista de negocios
    - PMO (Oficina de gestión de proyectos)

19. ¿Cuáles son los principales factores que promueven/fortalecen el compromiso de los interesados con los objetivos de los proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Reconocimiento/Incentivos hacia el equipo del proyecto
    - Involucramiento temprano
    - Mostrar/Evidenciar beneficios
    - Capacitación al personal
    - Empoderamiento del usuario final
    - Generar beneficios secundarios

20. Administrativamente, ¿A qué unidad se le debería delegar la función de monitoreo y control la operación del producto del proyecto para garantizar la obtención de los beneficios esperados?
    - Unidad exclusiva de monitoreo y control
    - Unidad organizacional ya existente
    - No es necesario el monitoreo y control después de implementado el proyecto

21. ¿Considera que la meta propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 de incrementar a 1500 MW la capacidad instalada en energías renovables fue un factor de éxito para facilitar la implementación de proyectos fotovoltaicos?
    - Si No

22. ¿Considera que es un factor de éxito para alcanzar los objetivos de los proyectos fotovoltaicos que las personas que participan en las fases de planificación/estructuración/alineación y formulación de estos sean los mismos que participen en la ejecución?
    - Si No

23. Para facilitar desarrollo de este tipo de proyectos en nuestro país, ¿Considera usted que es necesario incluir dentro de los procesos alineación los objetivos de desarrollo sostenible implementados por la ONU?
    - Si No

24. ¿A cuáles de los siguientes estudios se le otorga una prioridad más alta con el fin de garantizar la obtención de los resultados esperados de los proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Estudio de corto-circuito
    - Estudio de sismología
    - Estudios de inundabilidad
    - Otro (Respuesta abierta)

25. ¿Qué considera que hace falta para obtener los máximos beneficios de los proyectos fotovoltaicos en el país? - Seleccione una o más opciones
    - Más conocimiento técnico
    - Mayor interés por parte de los usuarios finales
    - Mejores softwares de diseño
    - Mejor software de monitoreo y control
    - Más espacios de participación de privados en la regulación
    - Procedimientos estatales más eficientes
    - Mejoras en los procesos de importación de los equipos

26. ¿Qué considera que hace falta en el tema de regulación aplicable para el desarrollo de este tipo de proyectos?

Anexo L. Encuesta final

Somos un grupo de estudiantes de Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de proyectos de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, y estamos realizando una investigación sobre los factores de éxito en las fases de alineación y formulación de proyectos fotovoltaicos del Sistema Interconectado Nacional y nos gustaría contar con su participación a través de la presente encuesta.

1. Por favor ingrese el nombre de la empresa a la que pertenece

2. Por favor ingrese su correo electrónico

3. Usted o la organización en la que trabaja buscan realizar proyectos fotovoltaicos para:
    - On- Site autogeneración
    - Generación inyectada a la red

4. ¿Cuáles de los siguientes factores ejercen mayor influencia en la decisión de entrar al mercado de generación en Colombia con tecnología fotovoltaica? - Seleccione una o más opciones
    - Existencia de regulación en el mercado
    - Necesidad de disminuir la dependencia del recurso hídrico
    - Regulación técnica exigida para la conexión al sistema Nacional
    - Existencia de la demanda regulada y no regulada
    - Normativa que asegura la libre competencia
    - Potencial energético del país
    - Diversificación de las soluciones de generación de la compañía
    - Proyección del crecimiento de la demanda energética del país
    - Posibilidad del acceso al Cargo por Confiabilidad
    - Otro (Respuesta abierta)

5. ¿Cuál mecanismo de entrada al mercado mayorista considera más eficiente?
    - Subastas organizadas por el estado
    - Subastas organizadas por privados

6. ¿Cuál mecanismo considera más adecuado para garantizar la participación de los proyectos fotovoltaicos en el mercado energético colombiano?
    - Merchant (Transacción en bolsa)
    - Contratos

7. En el caso de transacciones a través de contratos, ¿Cuál considera más adecuado?
    - PPA (Power Purchase Agreement) Físico
    - Contratos Financieros
    - Otro (Respuesta abierta)

8. Administrativamente, resulta más eficiente realizar proyectos fotovoltaicos de autogeneración a través de:
    - Contratos PPA (Power Purchase Agreement)
    - Contratos Llave en mano (EPC)
    - El propietario del proyecto

9. ¿Cuáles de las siguientes variables son determinantes para identificar la viabilidad técnica de los proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Recurso solar
    - Disponibilidad de área/terreno
    - Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos
    - Tecnologías disponibles
    - Cercanía al punto de conexión
    - Eficiencia energética de la instalación
    - Curva de carga

10. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de los principales efectos económicos que busca generar con un proyecto fotovoltaico. (Para esto emplee las flechas del lado derecho de cada opción)

Entiéndase EFECTO como "Cambios intencionados o reales en las condiciones de desarrollo que las partes interesadas buscan apoyar"

- Rentabilidad
- Ahorro en el gasto de consumo de energía
- Ingreso extra por venta de excedentes
- Obtener beneficios tributarios
- Venta de bonos de carbón

11. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de factores que facilitan la obtención de los efectos económicos (Para esto emplee las flechas del lado derecho de cada opción)

    Entiéndase EFECTO como "Cambios intencionados o reales en las condiciones de desarrollo que las partes interesadas buscan apoyar"

    - Time to market bajo de los proyectos fotovoltaicos
    - Bajo costo de Operación y Mantenimiento
    - Precio kW/h
    - Incentivo tributario
    - Bajos costos de los componentes de los sistemas fotovoltaicos
12. ¿Cuál tipo de financiación consideraría su empresa para obtener los indicadores de evaluación financiera esperados con los proyectos fotovoltaicos; por ejemplo: TIR, VPN, relación Beneficio/Costo, Payback, entre otros?:
    - Fondos propios
    - Arrendamiento (leasing)
    - Contratos PPA (Power Purchase Agreement)
    - Préstamos con bancos comerciales nacionales
    - Préstamos con bancos internacionales
    - Fondos de inversiones verdes

13. Adicional a los efectos financieros identificados en las preguntas anteriores, ¿cuál es el principal efecto a nivel organizacional que busca generar con un proyecto fotovoltaico?:

Entiéndase EFECTO como "Cambios intencionados o reales en las condiciones de desarrollo que las partes interesadas buscan apoyar"

- Mejorar imagen corporativa por sello verde
- Generar conciencia ambiental dentro de los miembros de la organización
- Competitividad en el mercado
- Otro (Respuesta abierta)

14. Con el fin de obtener los efectos organizaciones identificados en la pregunta anterior, ¿cuáles considera que son los factores de éxito para conseguirlos? - Seleccione una o más opciones.

    Entiéndase EFECTO como "Cambios intencionados o reales en las condiciones de desarrollo que las partes interesadas buscan apoyar"

    - Involucrar en una etapa temprana a los principales interesados
    - Capacitar al personal sobre los beneficios de este tipo de proyectos
    - Involucrar el área de marketing para mostrar los beneficios
    - Adquirir conocimiento especializado

15. ¿Cuáles de las siguientes variables ejercen mayor influencia en la consecución de los permisos o licencias ambientales para la implementación de proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones

    - Uso del suelo
    - Uso del agua
    - Vegetación
    - Gestión de residuos
    - Componente arqueológico
    - Componente paisajístico
    - Afectación social
    - Otro (Respuesta abierta)

16. ¿Cuáles de los siguientes factores garantizan la mínima afectación ambiental sobre los componentes anteriormente identificados?

- Educación a la gente, tanto al equipo de trabajo como a los interesados y a la comunidad
- Cercanía de la instalación al punto de conexión
- Tecnología más eficiente y con opción de realizar monitoreo en tiempo real del sistema
- Adecuada gestión de residuos
- Terrenos que requieran menor cantidad de movimiento de tierra
- Acompañamiento permanente de personal ambiental especializado
- Tratamiento adecuado de aguas residuales generadas durante la operación del proyecto

17. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de impactos que se buscan obtener con los proyectos fotovoltaicos. (Para esto emplee las flechas del lado derecho de cada opción)

    Entiéndase IMPACTO como "Cambios intencionados o reales en el desarrollo humando medido en términos de bienestar de las personas"

    - Reducción de huella de carbono
    - Cambio o diversificación de la matriz energética
    - Generar confiabilidad al sistema
    - Reducir el precio de bolsa del kW/h

18. ¿Cuál es un factor de éxito para garantizar la obtención de los impactos mencionados anteriormente?

    Entiéndase IMPACTO como "Cambios intencionados o reales en el desarrollo humando medido en términos de bienestar de las personas"

    - Incluir el impacto dentro de los objetivos de la organización
    - Identificar y gestionar como interesados a las organizaciones de desarrollo (Ejemplo: ONU)
    - Otro (Respuesta abierta)

19. En orden de importancia organice del más relevante al menos relevante el siguiente listado de factores que ejercen influencia para obtener los resultados esperados en los proyectos fotovoltaicos. (Para esto emplee las flechas del lado derecho de cada opción)
    - Definirlos y documentarlos
    - Comunicarlos a todos los interesados
    - Establecer plan de monitoreo para cada fase del ciclo de vida del proyecto
    - Definirlos desde un alto nivel jerárquico dentro de la compañía

20. ¿Cuáles son los roles o departamentos que deberían participar en la definición de los objetivos del proyecto para garantizar que se cumplan de manera exitosa? - Seleccione una o más opciones
    - Gerente de Proyecto
    - Gerente de Programa
    - Gerente de Portafolios
    - Stakeholders más relevantes identificados
    - Analista de negocios
    - PMO (Oficina de gestión de proyectos)

21. ¿Cuáles son los principales factores que promueven/fortalecen el compromiso de los interesados con los objetivos de los proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Reconocimiento/Incentivos hacia el equipo del proyecto
    - Involucramiento temprano
    - Mostrar/Evidenciar beneficios
    - Capacitación al personal
    - Empoderamiento del usuario final
    - Generar beneficios secundarios

22. Administrativamente, ¿A qué unidad se le debería delegar la función de monitoreo y control la operación del producto del proyecto para garantizar la obtención de los beneficios esperados?

- Unidad exclusiva de monitoreo y control
- Unidad organizacional ya existente
- No es necesario el monitoreo y control después de implementado el proyecto

23. ¿Considera que la meta propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 de incrementar a 1500 MW la capacidad instalada en energías renovables, es un factor de éxito para facilitar la implementación de proyectos fotovoltaicos?
    - Si
    - No

24. ¿Considera que es un factor de éxito para alcanzar los objetivos de los proyectos fotovoltaicos, que parte del equipo que participa en las fases de planificación/estructuración/alineación y formulación de estos también participen en la ejecución?
    - Si
    - No

25. Para facilitar desarrollo de este tipo de proyectos en nuestro país, ¿Considera usted que es necesario incluir dentro de la fase de alineación los objetivos de desarrollo sostenible implementados por la ONU?
    - Si
    - No

26. ¿A cuáles de los siguientes estudios se le otorga una prioridad más alta con el fin de garantizar la obtención de los resultados esperados de los proyectos fotovoltaicos? - Seleccione una o más opciones
    - Estudio de corto-circuito
    - Estudio de sismología
    - Estudios de inundabilidad
    - Estudio ambiental
    - Otro (Respuesta abierta)

27. ¿Qué considera que hace falta para obtener los máximos beneficios de los proyectos fotovoltaicos en el país? - Seleccione una o más opciones
    - Más conocimiento técnico
    - Mayor interés por parte de los usuarios finales
    - Mejores softwares de diseño
    - Mejor software de monitoreo y control
    - Más espacios de participación de privados en la regulación
    - Procedimientos estatales más eficientes
    - Mejoras en los procesos de importación de los equipos

28. ¿Qué considera que hace falta en el tema de regulación aplicable para el desarrollo de este tipo de proyectos? y ¿Por qué?

Anexo M. Tabulación resultados encuestas

1. Finalidad de proyectos desarrollados en el sector de generación eléctrica tomando como fuente energía fotovoltaica.

Tabla 17.
Tipos de proyectos de generación

OPCIONES	RESPUESTAS
On- site autogeneración	12
Generación inyectada a la red	25

Nota: Elaboración propia

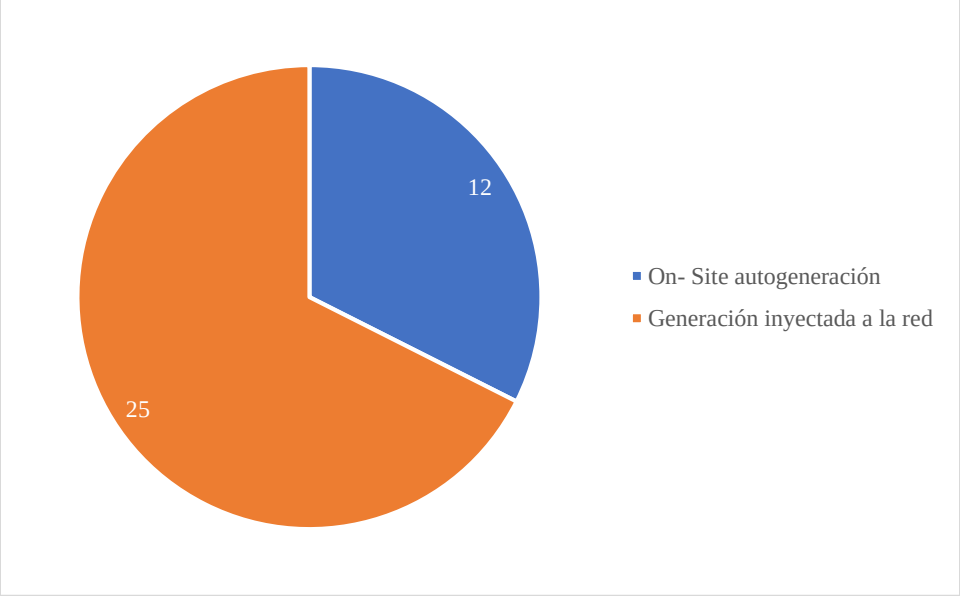

Figura 6. Tipos de proyectos de generación. Elaboración propia

2. Factores que ejercen influencia sobre las compañías para el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica, en donde el potencial del recurso en nuestro país es el principal motivador para tal fin.

Tabla 18.
Factores de influencia para el desarrollo de proyectos

OPCIONES	RESPUESTAS
Existencia de regulación en el mercado	12
Necesidad de disminuir la dependencia del recurso hídrico	12
Regulación técnica exigida para la conexión al sistema nacional	6
Existencia de la demanda regulada y no regulada	6
Normativa que asegura la libre competencia	4
Potencial energético del país	17
Diversificación de las soluciones de generación de la compañía	6
Proyección del crecimiento de la demanda energética del país	17
Posibilidad del acceso al cargo por confiabilidad	3
Otro	2

Nota: Elaboración propia

Sin embargo, los encuestados identificaron dos factores adicionales que para ellos pueden afectar la decisión de ingresar al mercado de generación de energía fotovoltaica.

Tabla 19.
Factores adicionales identificados por los encuestados

OTRAS
Mercado PPA para FERNC
Tarifas, legislación favorable

Nota: Elaboración propia

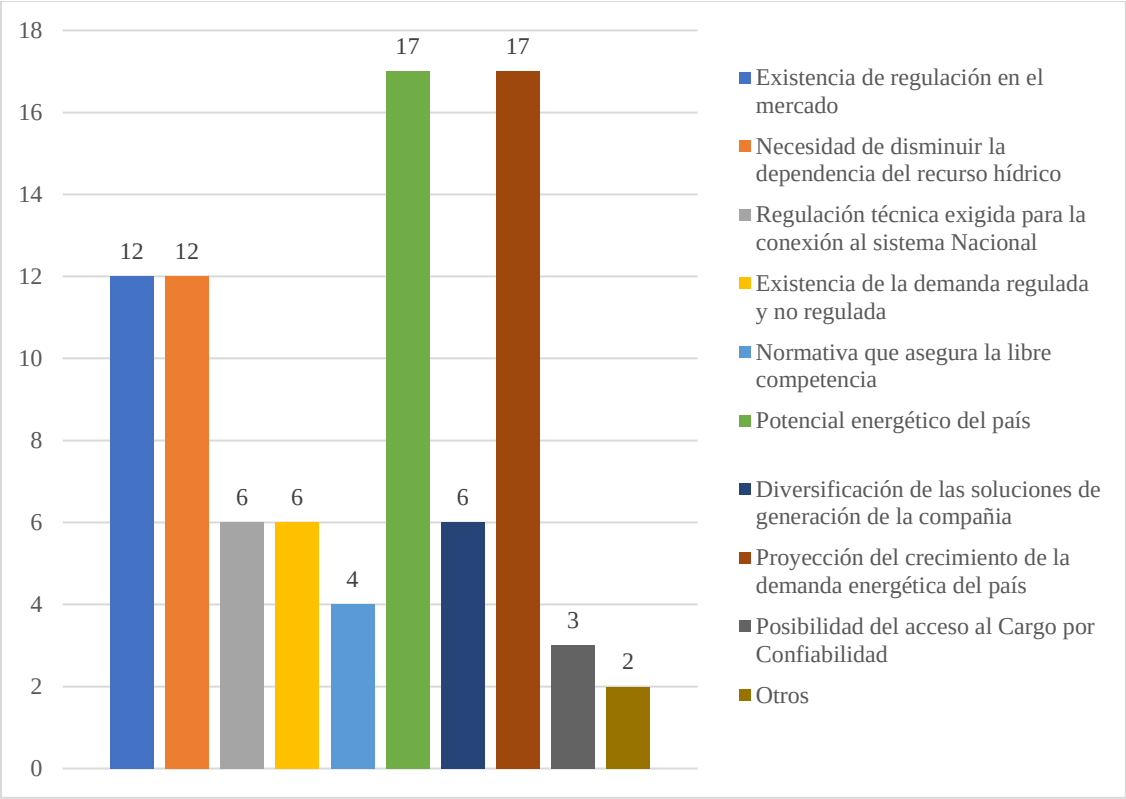

Figura 7. Factores de influencia para el desarrollo de proyectos. Elaboración propia

3. Dentro de las empresas dedicadas al desarrollo de proyectos para inyección de energía a la red del sistema interconectado, cerca del 54% identificó que el mecanismo más eficiente para ingresar al mercado mayorista es a través de subastas organizadas por el estado.

Tabla 20.
Mecanismos para entrada al mercado mayorista

OPCIONES	RESPUESTAS
Subastas organizadas por el Estado	11
Subastas organizadas por privados	14

Nota: Elaboración propia

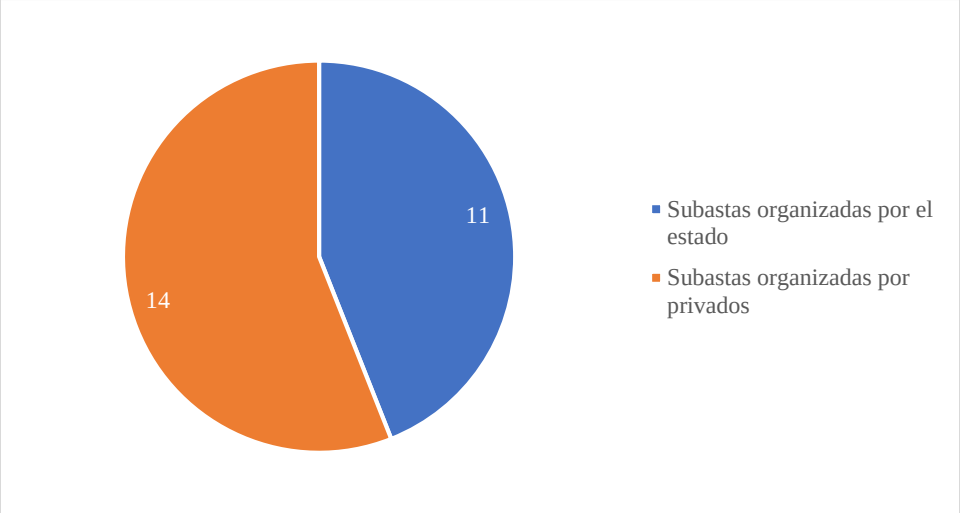

Figura 8. Mecanismos para entrada al mercado mayorista. Elaboración propia

4. El mecanismo que es considerado más adecuado por las empresas dedicadas al desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica para garantizar que el producto obtenido tenga participación en el mercado energético colombiano es por medio de contratos.

Tabla 21.
Mecanismos para participación en el mercado energético

OPCIONES	RESPUESTAS
Merchant (transacción en bolsa)	3
Contratos	22

Nota: Elaboración propia

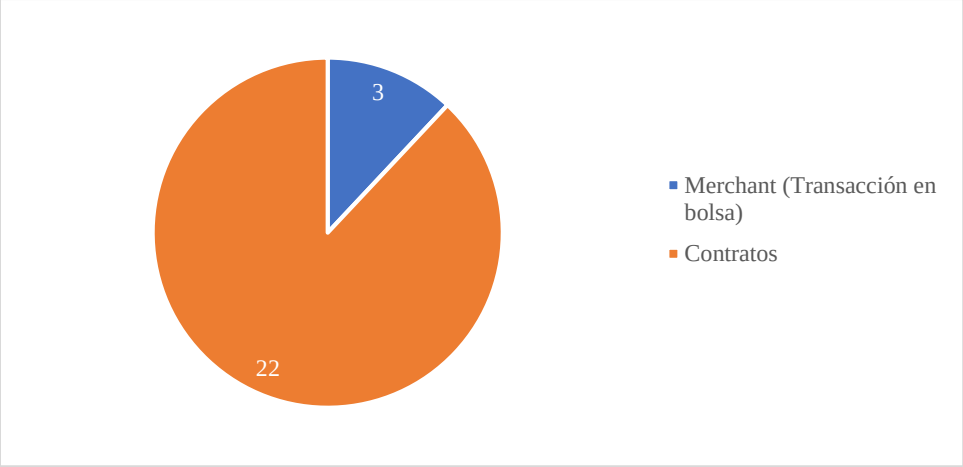

Figura 9. Mecanismos para participación en el mercado energético. Elaboración propia

5. En cuanto al tipo de contratos que son empleados en el sector, los encuestados se inclinan por el uso de PPA´s.

Tabla 22.
Tipos de contratos para la participación en el mercado

OPCIONES	RESPUESTAS
PPA (*Power Purchase Agreement*) físico	17
Contratos financieros	5
Otros	0

Nota: Elaboración propia

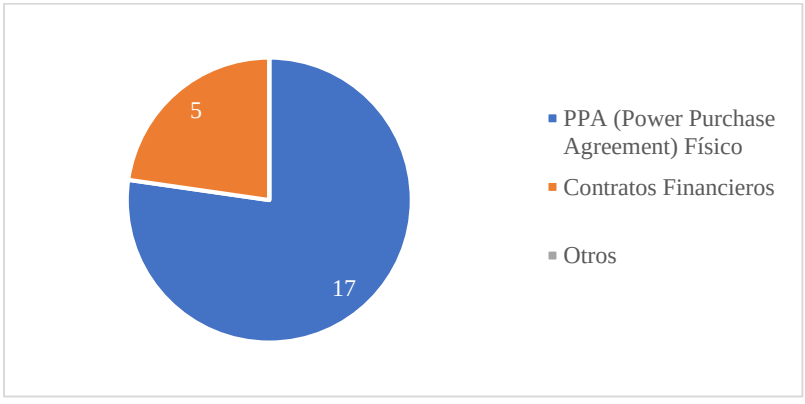

Figura 10. Tipos de contratos para la participación en el mercado. Elaboración propia

6. Tomando como referencia los proyectos encaminados a la autogeneración se identificó que gran parte de las empresas encargadas de su desarrollo señalaron que la forma más eficiente para llevar a cabo este tipo producto es por medio del futuro propietario de este.

Tabla 23.
Formas para la ejecución de proyectos de autogeneración

OPCIONES	RESPUESTAS
Contratos PPA (*Power Purchase Agreement*)	4
Contratos llave en mano (EPC)	3
El propietario del proyecto	5

Nota: Elaboración propia

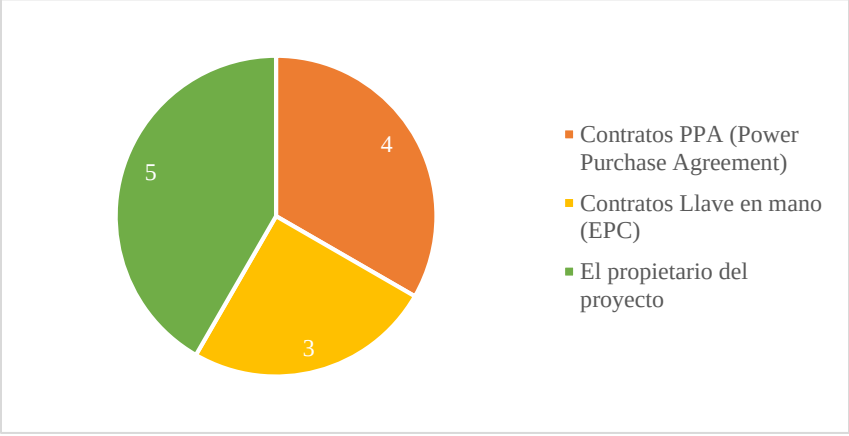

Figura 11. Formas para la ejecución de proyectos de autogeneración. Elaboración propia

7. De acuerdo con el sondeo realizado, se logró identificar que las variables que son más importantes para la identificación de la viabilidad técnica de este tipo de proyectos se centran en el recurso solar y la disponibilidad de área y terreno para su construcción.

Tabla 24.
Variables para la identificación de viabilidad técnica

OPCIONES	RESPUESTAS
Recurso solar	30

Disponibilidad de área/terreno	26
Eficiencia de los sistemas fotovoltaicos	10
Tecnologías disponibles	8
Cercanía al punto de conexión	26
Eficiencia energética de la instalación	9
Curva de carga	12

Nota: Elaboración propia

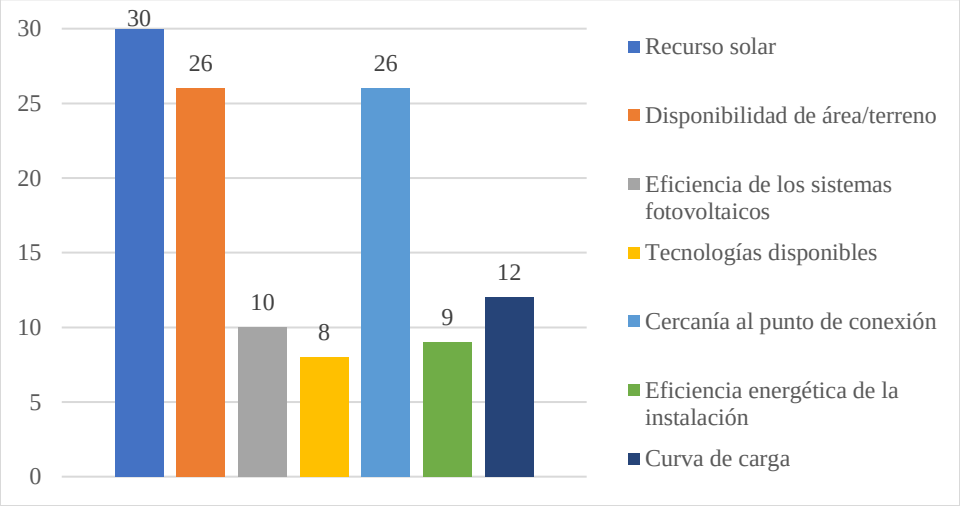

Figura 12. Variables para la identificación de viabilidad técnica. Elaboración propia

8. Efectos económicos esperados ser obtenidos por el desarrollo y operación de este tipo de productos encaminados a la generación de energía, ordenados en orden de importancia de acuerdo con la experiencia de las empresas del sector.

Tabla 25.
Efectos económicos esperados

OPCIONES	1	2	3	4	5
Rentabilidad	70,30%	13,50%	10,80%	2,70%	2,70%

Ahorro en el gasto de consumo de energía	24,30%	35,20%	8,10%	18,90%	13,50%
Obtener beneficios tributarios	5,40%	40,50%	29,80%	21,60%	2,70%
Ingreso extra por venta de excedentes	0,00%	8,10%	35,10%	35,20%	21,60%
Venta de bonos de carbón	0,00%	2,70%	16,20%	21,60%	59,50%

Nota: Elaboración propia

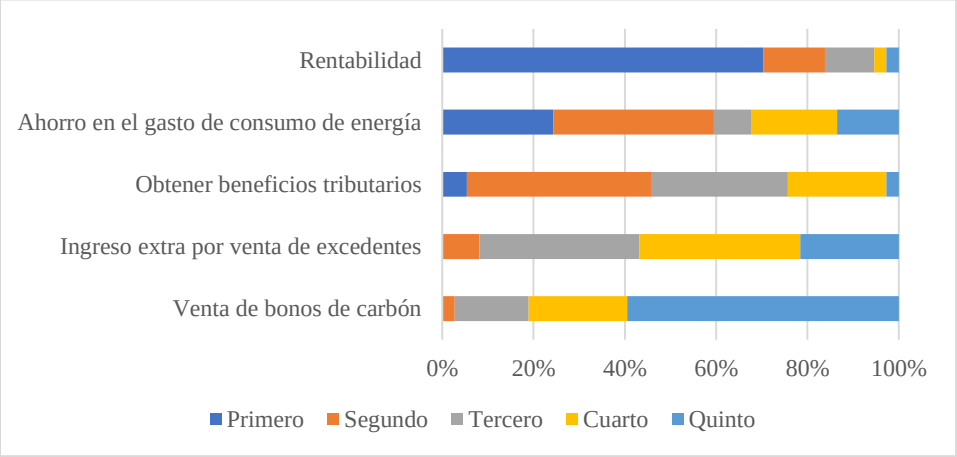

Figura 13. Efectos económicos esperados. Elaboración propia

9. Lista de factores que facilitan la obtención de los efectos económicos que las organizaciones buscan obtener por el desarrollo de este tipo de proyectos, organizados en orden de importancia.

Tabla 26.
Factores que facilitan la obtención de efectos económicos

OPCIONES	1	2	3	4	5
Precio kW/h	56,80%	21,60%	13,50%	8,10%	0%

Incentivo tributario	13,50%	32,40%	16,30%	18,90%	18,90%
***Time to market* bajo de los proyectos fotovoltaicos**	10,80%	16,20%	24,30%	24,40%	24,30%
Bajo costo de operación y mantenimiento	5,40%	16,20%	27,00%	32,40%	19,00%
Bajos costos de los componentes de los sistemas fotovoltaicos	13,50%	13,60%	18,90%	16,20%	37,80%

Nota: Elaboración propia

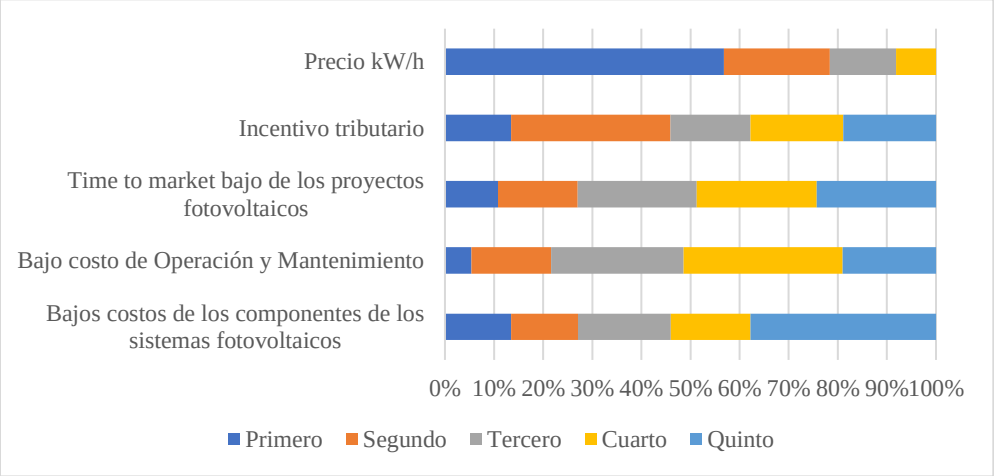

Figura 14. Factores que facilitan la obtención de efectos económicos. Elaboración propia

10. Las empresas desarrolladoras de proyectos de energía fotovoltaica realizan el análisis de varias formas de financiación con el fin de obtener indicadores de evaluación óptimos para la consecución del aval de iniciar estos.

Tabla 27.
Formas de financiación

OPCIONES	RESPUESTAS
Fondos propios	6
Arrendamiento (*leasing*)	4

Contratos PPA (*Power Purchase Agreement*)	14
Préstamos con bancos comerciales Nacionales	6
Préstamos con bancos Internacionales	2
Fondos de inversiones verdes	5

Nota: Elaboración propia

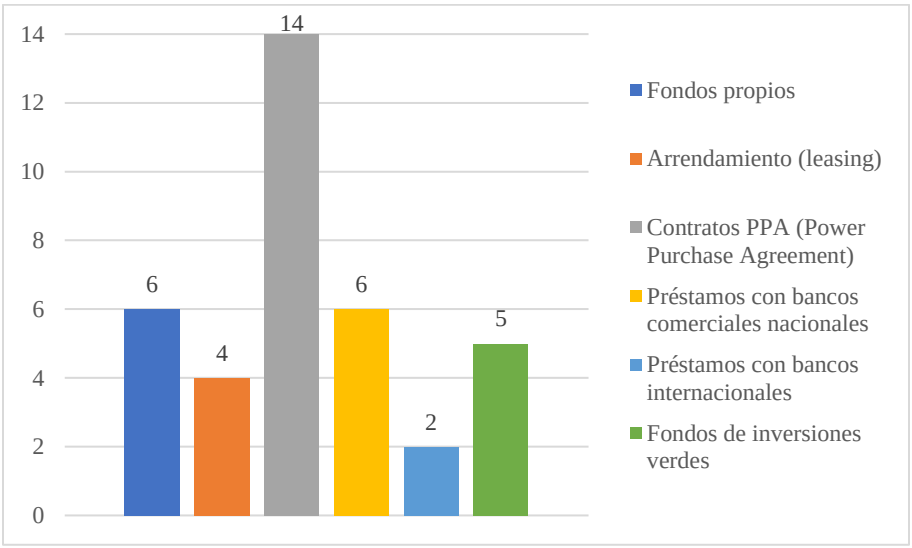

Figura 15. Formas de financiación. Elaboración propia

11. Con el desarrollo de proyectos fotovoltaicos, las empresas buscan generar efectos a nivel organizacional que impacte de forma positiva a la compañía que emprende este tipo de esfuerzo.

Tabla 28.
Efectos a nivel organizacional

OPCIONES	RESPUESTAS
Mejorar imagen corporativa por sello verde	5
Generar conciencia ambiental dentro de los miembros de la organización	6

Competitividad en el mercado	26
Otros	0

Nota: Elaboración propia

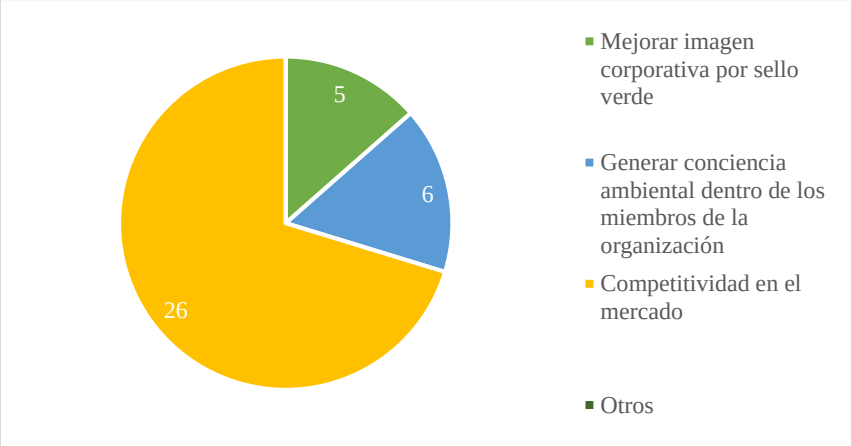

Figura 16. Efectos a nivel organizacional. Elaboración propia

12. Con el fin de lograr los efectos descritos con anterioridad, las compañías encuestadas hicieron una selección de algunos factores de éxito que les facilita esta tarea.

Tabla 29.
Factores de éxito para la consecución de efectos

OPCIONES	RESPUESTAS
Involucrar en una etapa temprana a los principales interesados	27
Capacitar al personal sobre los beneficios de este tipo de proyectos	10
Involucrar el área de marketing para mostrar los beneficios	11
Adquirir conocimiento especializado	15

Nota: Elaboración propia

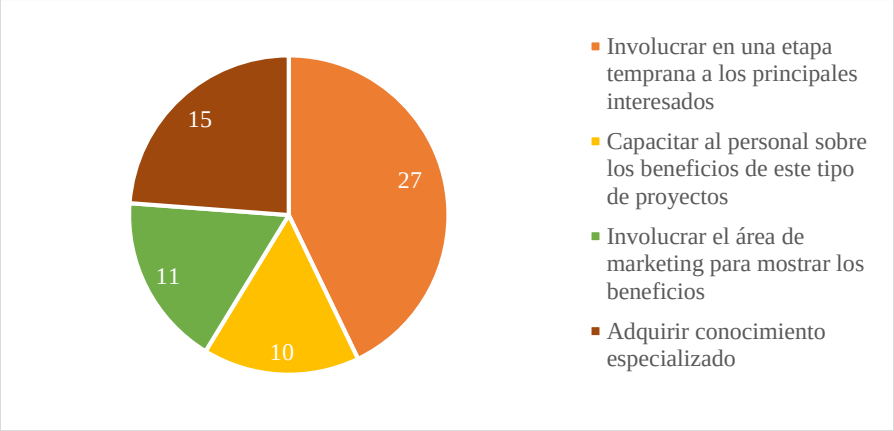

Figura 17. Factores de éxito para la consecución de efectos. Elaboración propia

13. Frente al trabajo que representa la consecución de los permisos o licencias ambientales que este tipo de proyectos requieren, se hizo la recopilación de lo que las organizaciones de acuerdo con su experiencia evalúan como las variables de mayor influencia para esta labor.

Tabla 30.
Variables de influencia para consecución licencia o permiso ambiental

OPCIONES	RESPUESTAS
Uso del suelo	18
Uso del agua	10
Vegetación	19
Gestión de residuos	3
Componente arqueológico	13
Componente paisajístico	4
Afectación social	21
Otro	4

Nota: Elaboración propia

Adicional a las variables descritas anteriormente, algunas compañías describieron datos adicionales que para ellos permite completar de forma correcta la documentación e información requerida.

Tabla 31.
Variables adicionales identificados por los encuestados

OTRO
Ninguna
Aprobación del operador de red
Diseño
Tiempos de aprobación de conexión

Nota: Elaboración propia

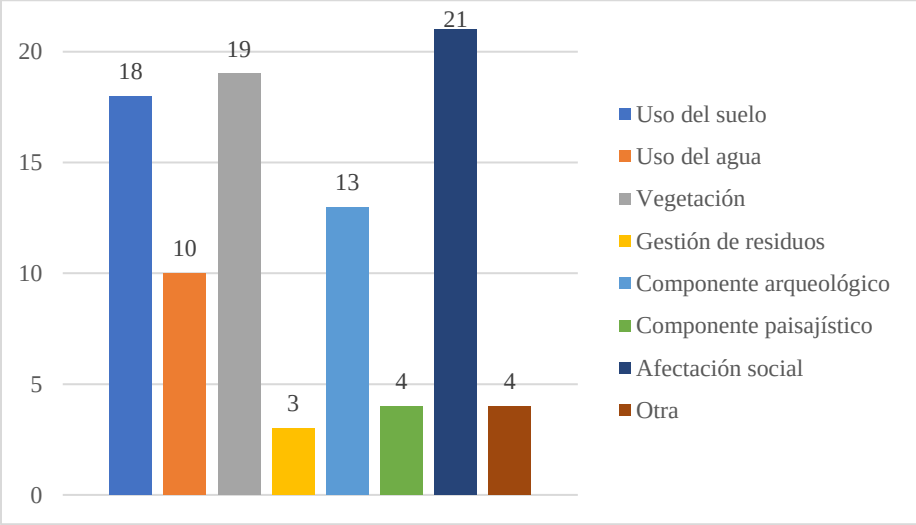

Figura 18. Variables de influencia para consecución licencia o permiso ambiental. Elaboración propia

14. Con el fin de reducir al máximo la afectación ambienta que este tipo de proyectos puede traer por su desarrollo, construcción y futura operación, los encuestados hicieron una selección de posibles factores que buscan tal fin.

Tabla 32.
Factores para la reducción de afectación ambiental

OPCIONES	RESPUESTAS
Educación a la gente, tanto al equipo de trabajo como a los interesados y a la comunidad	17
Cercanía de la instalación al punto de conexión	17

Tecnología más eficiente y con opción de realizar monitoreo en tiempo real del sistema	10
Adecuada gestión de residuos	5
Terrenos que requieran menor cantidad de movimiento de tierra	22
Acompañamiento permanente de personal ambiental especializado	15
Tratamiento adecuado de aguas residuales generadas durante la operación del proyecto	6

Nota: Elaboración propia

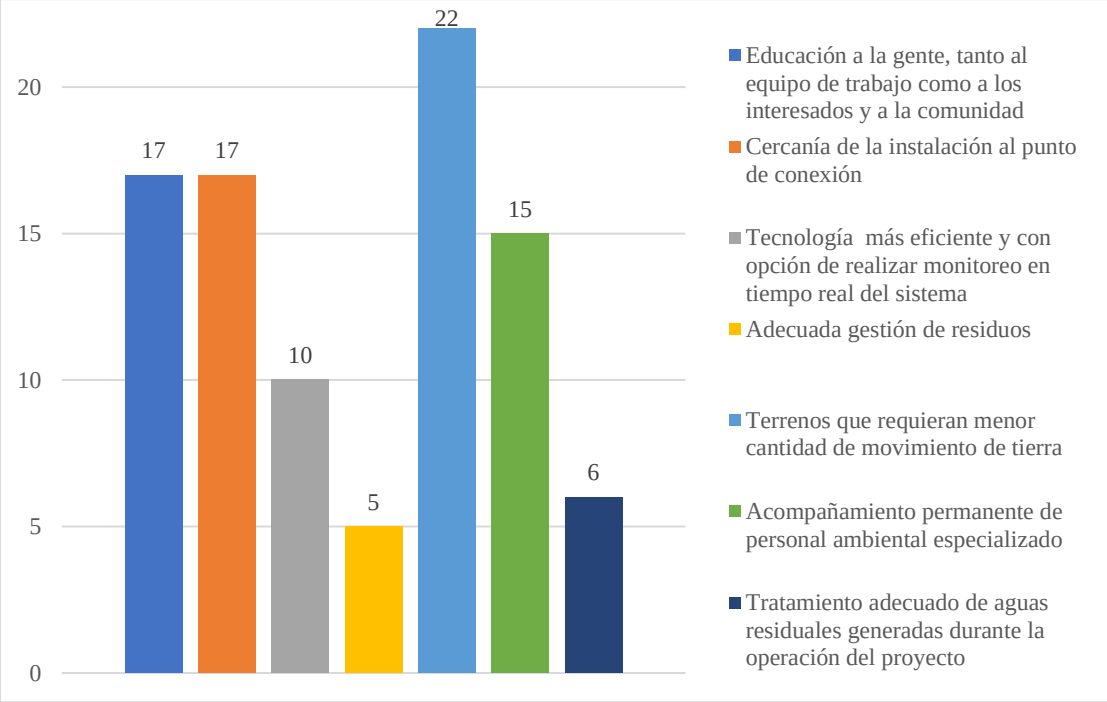

Figura 19. Factores para la reducción de afectación ambiental. Elaboración propia

15. De acuerdo con el orden de importancia para las empresas del sector, se muestran los impactos que se buscan por el desarrollo de proyectos de este tipo.

Tabla 33.
Impactos esperados por el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica

OPCIONES	1	2	3	4
Cambio o diversificación de la matriz energética	54,10%	24,30%	16,20%	5,40%
Reducción de huella de carbono	21,60%	32,45%	32,45%	13,50%
Generar confiabilidad al sistema	8,10%	24,35%	35,15%	32,40%
Reducir el precio de bolsa del kW/h	16,20%	18,90%	16,20%	48,70%

Nota: Elaboración propia

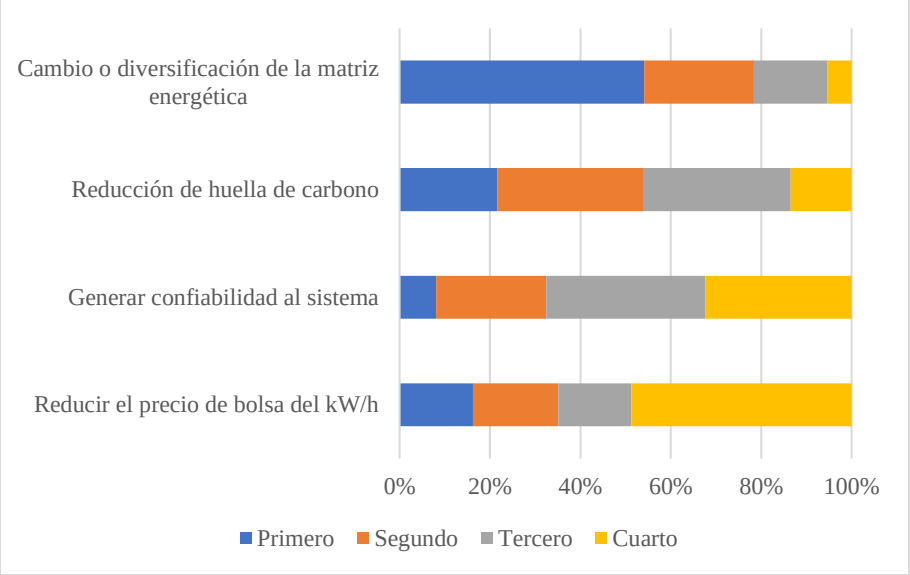

Figura 20. Impactos esperados por el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica. Elaboración propia

16. Tomando como referencia los impactos que se esperan obtener, las compañías eligieron el facto de éxito que puede encaminar a esto.

Tabla 34.
Factor de éxito para obtención de impactos

RESPUESTAS	RESPUESTAS
Incluir el impacto dentro de los objetivos de la organización	32
Identificar y gestionar como interesados a las organizaciones de desarrollo (ejemplo: ONU)	4
OTRO (riesgo país, regulación energética, tramitación ambiental)	1

Nota: Elaboración propia

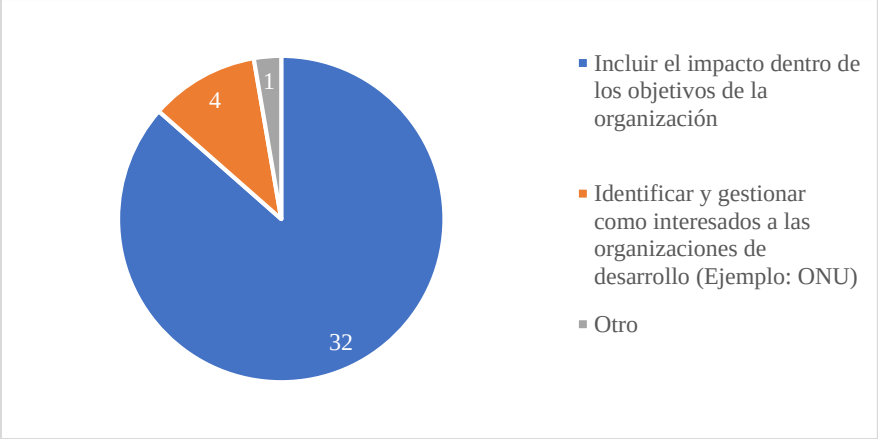

Figura 21. Factor de éxito para obtención de impactos. Elaboración propia

17. De acuerdo con la experiencia de los encuestados, se muestra en orden de importancia los factores que ejercen influencia para la obtención de los resultados esperados por el desarrollo de proyectos de energía solar fotovoltaica.

Tabla 35.
Factores que influencian la obtención de resultados

OPCIONES	1	2	3	4
Definirlos y documentarlos	37,90%	27,00%	21,60%	13,50%
Definirlos desde un alto nivel jerárquico dentro de la compañía	27,00%	27,00%	13,60%	32,40%
Establecer plan de monitoreo para cada fase	18,90%	21,70%	32,40%	27,00%

del ciclo de vida del proyecto				
Comunicarlos a todos los interesados	16,20%	24,30%	32,40%	27,10%

Nota: Elaboración propia

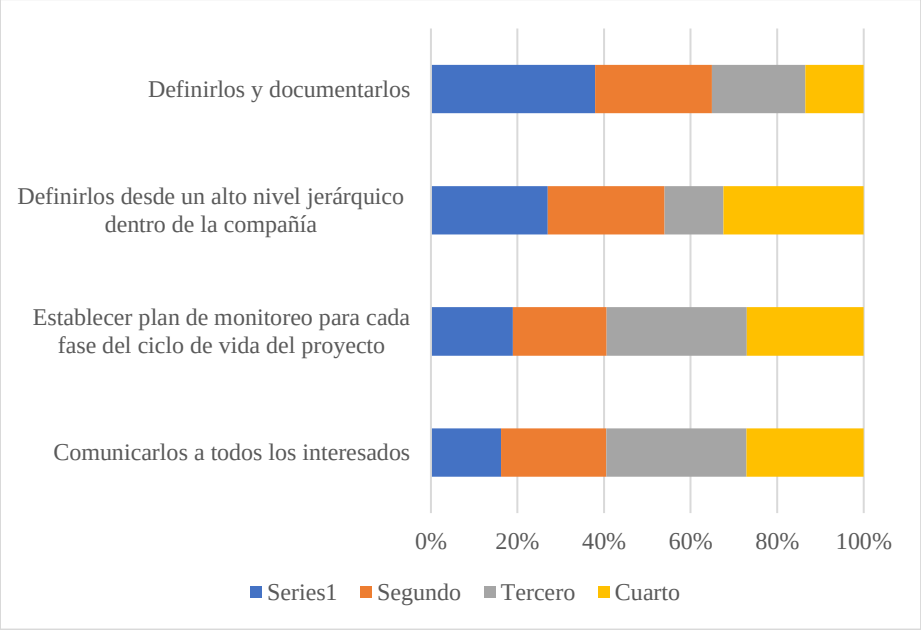

Figura 22. Factores que influencian la obtención de resultados. Elaboración propia

18. Para la correcta definición de los objetivos de proyecto, se definieron los roles que deben participar en esta tarea, con lo que se puede observar las alternativas seleccionadas por las compañías encuestadas.

Tabla 36.
Roles que participan en la definición de objetivos de proyecto

OPCIONES	RESPUESTAS
Gerente de proyecto	35
Gerente de programa	6
Gerente de portafolios	5
***Stakeholders* más relevantes identificados**	16
Analista de negocios	17
PMO (Oficina de Gestión de Proyectos)	19

Nota: Elaboración propia

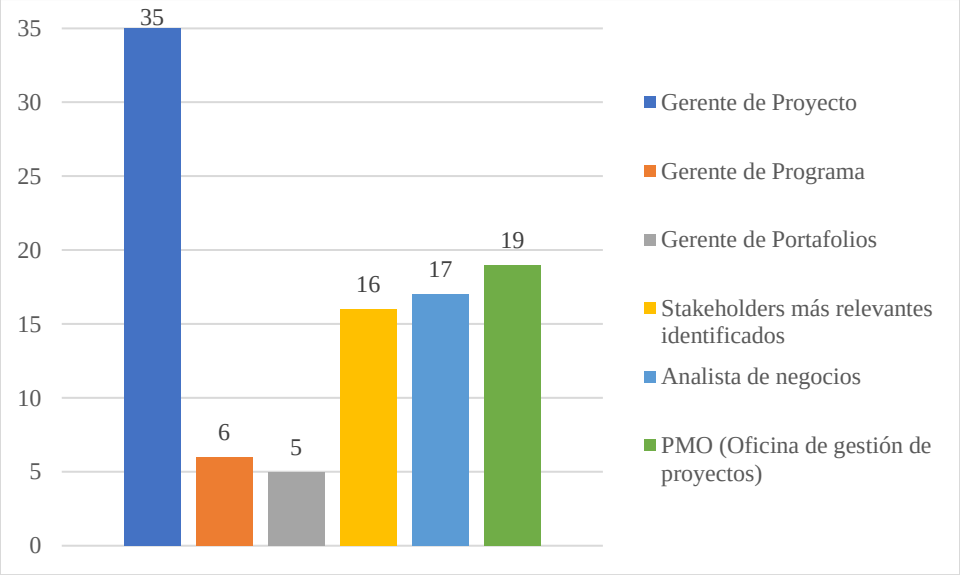

Figura 23. Roles que participan en la definición de objetivos de proyecto. Elaboración propia

19. Con el fin de promover y fortalecer el compromiso de los interesados con los objetivos del proyecto, los encuestados hicieron la selección de factores que promueven esto.

Tabla 37.
Factores para promover/fortalecer el compromiso

OPCIONES	RESPUESTAS
Reconocimiento/incentivos hacia el equipo del proyecto	22
Involucramiento temprano	18
Mostrar/evidenciar beneficios	27
Capacitación al personal	16
Empoderamiento del usuario final	6
Generar beneficios secundarios	11

Nota: Elaboración propia

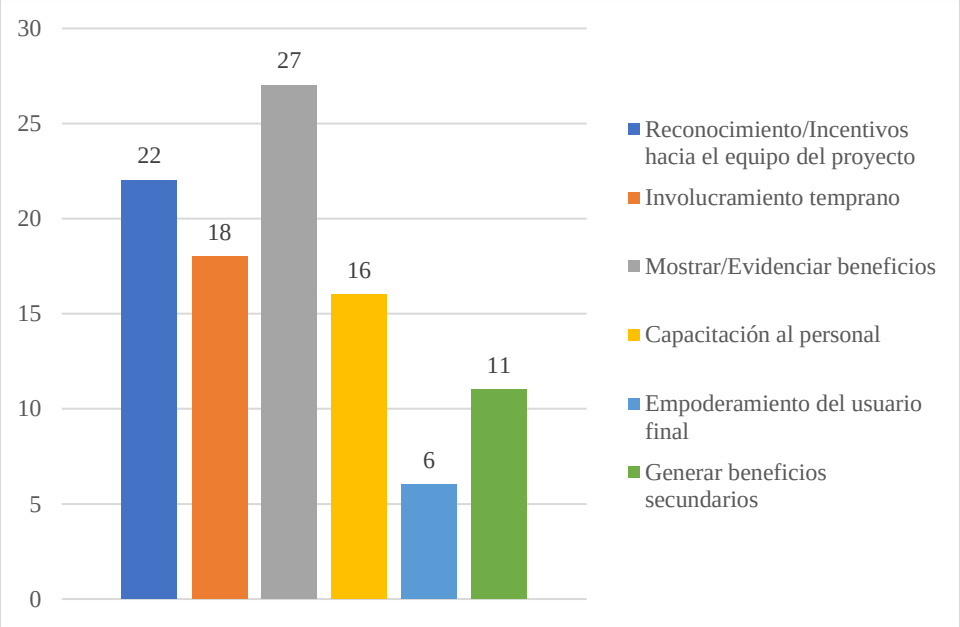

Figura 24. Factores para promover/fortalecer el compromiso. Elaboración propia

20. Una vez se da cierre al proyecto y empieza la operación del producto obtenido, las compañías desarrolladoras hicieron la elección de cuál es la mejor forma a nivel administrativo para delegar la responsabilidad del monitoreo y control y así lograr la obtención de los beneficios esperados.

Tabla 38.
Unidades para la delegación del monitoreo y control

OPCIONES	RESPUESTAS
Unidad exclusiva de monitoreo y control	15
Unidad organizacional ya existente	22
No es necesario el monitoreo y control después de implementado el proyecto	0

Nota: Elaboración propia

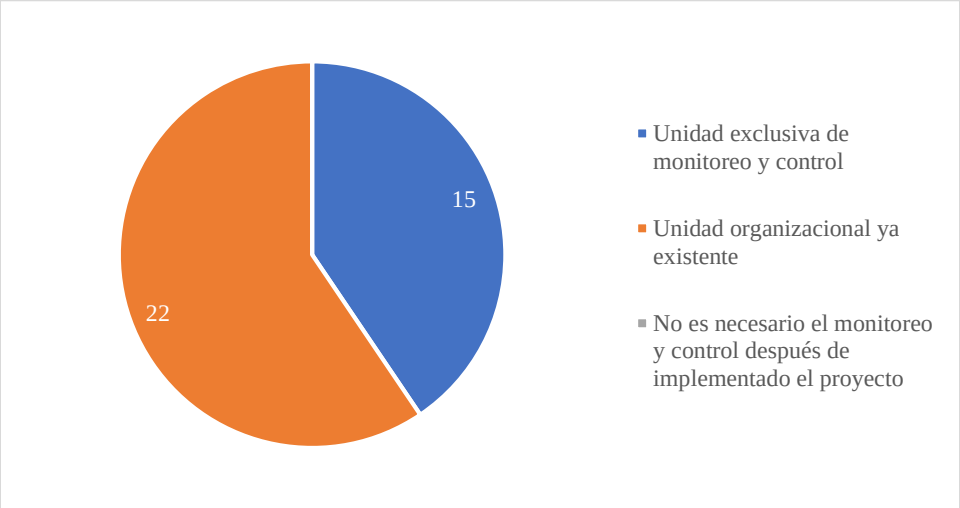

Figura 25. Unidades para la delegación del monitoreo y control. Elaboración propia

21. Las empresas encuestadas, en su mayoría, consideran un factor de éxito para la implementación de proyectos fotovoltaicos la meta propuesta por el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 de incrementar a 1500 MW la capacidad instalada en energías renovables

Tabla 39.
Posición empresas que consideran factor de éxito incrementar la capacidad instalada, propuesta del PND

OPCIONES	RESPUESTAS
Si	27
No	10

Nota: Elaboración propia

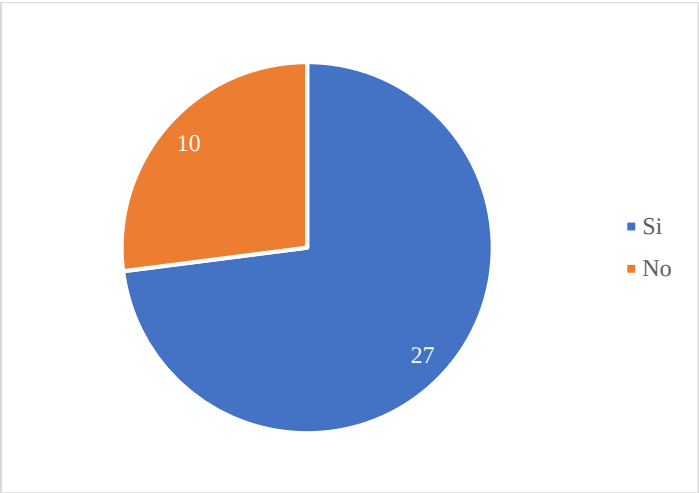

Figura 26. Posición empresas que consideran la meta propuesta por el PND de incrementar la capacidad instalada como factor de éxito. Elaboración propia

22. En gran medida, las compañías consideran como factor de éxito para alcanzar los objetivos de los proyectos que parte del equipo que participo en las fases de planificación/estructuración/alineación y formulación haga parte de la ejecución.

Tabla 40.
Posición empresas que consideran factor de éxito la participación en la ejecución por parte del equipo que estuvo en las fases de planificación/estructuración/alineación del proyecto

OPCIONES	RESPUESTAS
Si	33
No	4

Nota: Elaboración propia

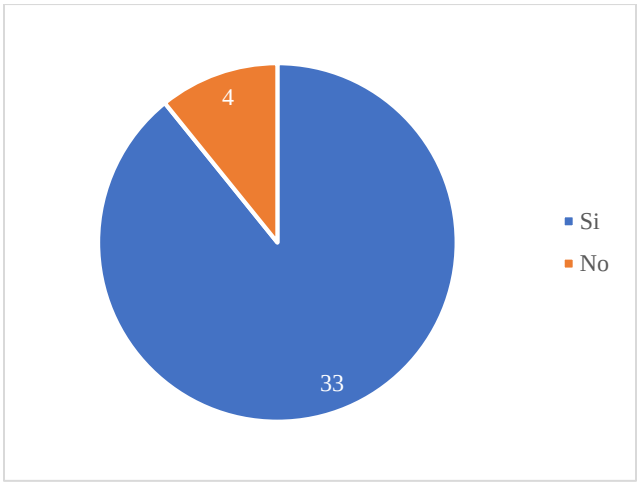

Figura 27. Posición empresas que consideran factor de éxito la participación en la ejecución por parte del equipo que estuvo en las fases de planificación/estructuración/alineación del proyecto . Elaboración propia

23. Los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU para las empresas encuestadas pueden facilitar el desarrollo de este tipo de proyectos en el país.

Tabla 41.
Posición de empresas si los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU facilitan el desarrollo de proyectos FVs

OPCIONES	RESPUESTAS
Si	31
No	6

Nota: Elaboración propia

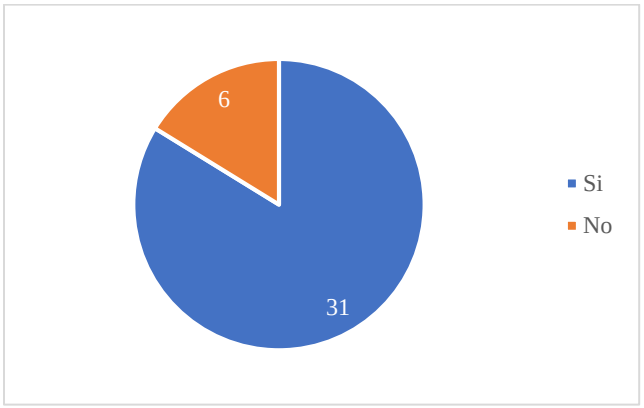

Figura 28. Posición de empresas si los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU facilitan el desarrollo de proyectos FVs. Elaboración propia

24. Las empresas encuestadas hicieron la selección de qué tipo de estudios tiene una prioridad alta con el fin de obtener los resultados esperados por las organizaciones.

Tabla 42.
Estudios que presentan una prioridad alta para la obtención de resultados esperados

OPCIONES	RESPUESTAS
Estudio de corto-circuito	16
Estudio de sismología	0
Estudios de inundabilidad	13
Estudio ambiental	33
Otro	4

Nota: Elaboración propia

Algunas empresas encuestadas agregaron algunos estudios que consideran de alta importancia.

Tabla 43.
Estudios adicionales que presentan una prioridad alta para la obtención de resultados esperados

OTROS
No sé
Formulación técnica del proyecto
Financieros
Estudio topográfico y estudio geotécnico

Nota: Elaboración propia

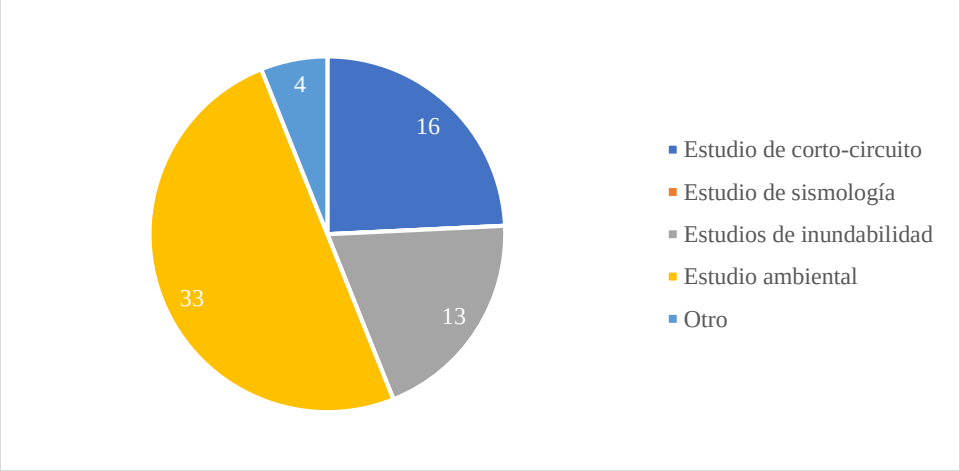

Figura 29. Estudios que presentan una prioridad alta para la obtención de resultados esperados. Elaboración propia

25. Con el fin de poder obtener los máximos beneficios, las empresas desarrolladoras seleccionaron elementos que consideran hacen falta en el entorno para logra esto.

Tabla 44.
Elementos que hacen falta para la obtención de los máximos beneficios

OPCIONES	RESPUESTAS
Más conocimiento técnico	11
Mayor interés por parte de los usuarios finales	19
Mejores softwares de diseño	1
Mejor software de monitoreo y control	1
Más espacios de participación de privados en la regulación	18
Procedimientos estatales más eficientes	28
Mejoras en los procesos de importación de los equipos	8

Nota: Elaboración propia

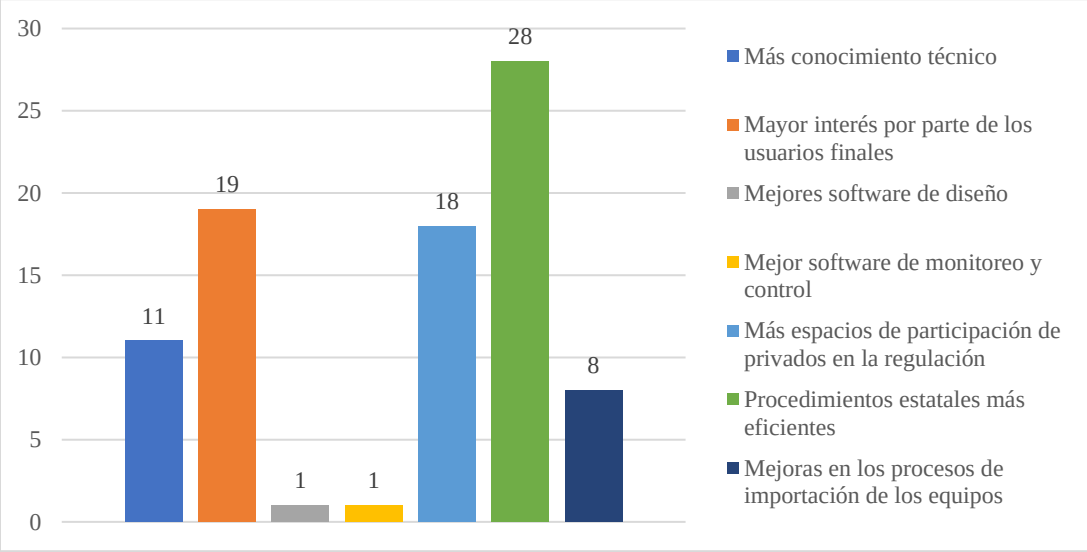

Figura 30. Elementos que hacen falta para la obtención de los máximos beneficios. Elaboración propia

26. Frente al tema de que hace falta en el campo de regulación aplicable para el desarrollo de este tipo de proyectos, las organizaciones describieron su opinión.

Tabla 45.
Descripción de elementos que hacen falta en la regulación aplicable al tipo de proyecto fotovoltaico

#	RESPUESTAS
1	Nada. Lo que falta es que los proyectos generen rentabilidad para cada caso de negocio
2	que el Estado se involucre más en asegurar el cumplimiento de los PPA's
3	Más que regulación, se requiere establecer políticas que garanticen mayor transparencia, competencia y menor poder de mercado de los establecidos.
4	Mayor compromiso de la CREG en la regulación para evitar el abuso de los operadores de red que solo facilitan los proyectos que ellos desarrollan como jueces y parte. No es aceptable que a la fecha no se tengan los formatos normalizados para incorporar los proyectos de energía renovables a la red por que el CNO que defiende los intereses de los operadores de red y generadores no ha tenido voluntad para ello.
5	Una ventanilla única de tramitación de todos los permisos, un criterio más adaptado del Estudio de impacto ambiental a la fotovoltaica (No somos petroleros ni carboníferos, que es el que nos aplica)
6	Reglamentar claramente y a favor de los proyectos fotovoltaicos la relación con los operadores de red pública.
7	Mercado Anónimo y estandarizado de energía
8	Eliminar la concentración de mercado del Mercado de Energía Mayorista
9	Eficacia en la gestión de los entes nacionales y compromiso de estos y aceptación en las empresas de energía, para recibir en la red dicha generación.

10	Conocimiento de parte de las secretarías municipales de la regulación, en particular, de la ley 1715 de 2014 y su incorporación al POT
11	la regulación debe permitir más agilidad en los procesos, más eficaz y menos burocrática
12	Establecer unas reglas claras para que la generación distribuida y la autogeneración puedan participar en el mercado, sin necesitar la representación de un comercializador.
13	Subsidiar las energías renovables
14	accesibilidad, los precios son muy altos de este sistema de energía alternativo
15	Una regulación dedicada a las energías renovables porque facilitaría todos los trámites
16	Falta mayor conocimiento por parte de las comercializadoras de energía para realizar acuerdos de compra de excedentes de energía fotovoltaica en proyectos de autogeneración y consumo
17	Debería ser más ágil la concesión de las licencias para adelantar los proyectos.
18	Continuar con las subastas para ERNC, considerar el despacho de ERNC en la base y sin CERE
19	Regulación clara y estable.
20	Creo que la principal dificultad radica en la capacidad de interconexión en Red y su corta disponibilidad
21	Falta más celeridad en los planes de expansión y con los operadores de las redes de transmisión
22	el análisis juicioso y coherente sobre la sostenibilidad de los proyectos y el procedimiento para otorgar subsidios en las zonas no interconectadas para la prestación del servicio de energía mediante soluciones fotovoltaicas

23	Neutralizar el papel del Operador de Red, ya que siendo arte y parte del sector no permite la participación equilibrada y equitativa de nuevos actores en el mercado eléctrico nacional.
24	Desde el sector eléctrico, la CREG actualmente tiene dentro del calendario regulatorio del año 2020 contemplado los mecanismos que permitirán incorporar exitosamente esta tecnología
25	Que, en lugar de tener una exclusión de IVA, se tenga una exención total e inmediata del beneficio. El trámite es demasiado pesado actualmente y el beneficio de IVA es difícilmente aplicable ante la DIAN
26	Exención de IVA automática
27	Financiación de hasta el 100% de la inversión inicial
28	Simplificar aún más los trámites ante las entidades públicas y eliminar totalmente la solicitud de licencia ambiental
29	Incentivos sobre la generación energética tales como tarifas especiales FIP FIT o mecanismos similares que permitan que el kWh generado sea competitivo en la matriz energética
30	Reducir los impuestos y bajar los costos de legalización de los equipos requeridos para el desarrollo de estos tipos de proyectos. Agilizar la tramitología para la devolución del IVA de los equipos importados para el desarrollo del proyecto Fotovoltaico.
31	Política de descarbonización de la matriz energética
32	Mayor libertad para que los privados implementen sus mecanismos de contratos
33	Mejorar la reglamentación para acceder a los puntos de conexión del SNT
34	En general normativamente hay solidez en nuestro mercado, el principal problema son los tiempos que toman los procesos en los entes estatales y OR

35	Los estudios de conexión y las redes de transmisión tienen cuellos de botella y la energía queda atrapada en sitios donde los proyectos tienen viabilidad técnica y financiera.
36	No, por ahora para cumplir los objetivos propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo. La ley ha cubierto casi todo el espectro de lo que debe tenerse en cuenta para este tipo de proyectos, regulatoriamente se han contemplado muchos de los casos y se han involucrado a todos los actores que participan en la planeación, ejecución y puesta en marcha. Quizá es más esperar que las leyes y resoluciones existentes logren aterrizar un poco más al campo de lo ejecutable.
37	Haría falta una nueva subasta de contratos de largo plazo para generar una cultura de contratación de largo plazo (+10 años) en Colombia

Nota: Elaboración propia