

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION
MAESTRIA EN ADMINISTRACION



**FORMULACION DE UNA PROPUESTA ESTRATEGICA PARA IMPULSAR LA
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL CAUCA A PARTIR DE
TECNICAS DE ANALISIS ESTRATEGICO**

JORGE ENRIQUE MANRIQUE CASTRO

SANTIAGO DE CALI, JUNIO DE 2018

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION
MAESTRIA EN ADMINISTRACION



**FORMULACION DE UNA PROPUESTA ESTRATEGICA PARA IMPULSAR LA
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL VALLE DEL CAUCA A PARTIR DE
TECNICAS DE ANALISIS ESTRATEGICO**

Ingeniero Electrónico

JORGE ENRIQUE MANRIQUE CASTRO

Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Administración

DIRECTOR: CARLOS EDUARDO COBO OLIVEROS

SANTIAGO DE CALI, MAYO DE 2018

Dedicado a Lilian, mi compañera incondicional. Gracias a su apoyo logramos avanzar en la construcción de una mejor versión de vida para la motivación máxima, nuestro hijo Manuel.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que estuvieron involucradas en la construcción de mi formación y de este trabajo de investigación dado que por medio de ellos se ha logrado consolidar una propuesta académica que vincula actores de todo tipo, por mencionar algunos:

A mis compañeros Claudia Grisales, Hector Muñoz y James Romo por sus ideas y aportes durante los seminarios que vimos juntos durante la maestría y que enriquecieron mi formación y documentación sobre el tema.

A los expertos Yuri Ulianov, Gabriel González, Alejandro Paz, Guillermo Aponte, Andrés González y Luis González; que facilitaron un espacio en su agenda para la realización de las entrevistas y que con sus ideas y observaciones me permitieron entender cosas que van más allá de la documentación encontrada.

A los profesores de los seminarios de la Maestría en Administración de la Universidad del Valle a quienes recurrí personalmente para poder realizar los cuestionarios a expensas de su espacio académico y a todos los profesionales estudiantes del programa que me regalaron 10 minutos de su tiempo para diligenciarlo.

A Yarly Madrid, estadista que me apoyo en la revisión del instrumento metodológico y procesamiento de la información para minimizar el sesgo y aumentar la confiabilidad y validez.

Al profesor Cobo, quien con su guía me facilito la construcción de este trabajo y que siempre estuvo dispuesto de la forma más decente a darme una respuesta y apoyo en cualquier momento de duda.

A todos, gracias!

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	8
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	8
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.4. JUSTIFICACIÓN	8
1.5. METODOLOGÍA	10
1.5.1. FASES DE INVESTIGACIÓN	12
1.5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
1.5.3. MARCO LÓGICO.....	15
1.5.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	17
1.5.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.5.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
2. MARCO REFERENCIAL	23
2.1. ESTADO DEL ARTE.....	23
2.1.1. SECTOR ENERGÉTICO.....	27
2.1.2. ENERGÍAS RENOVABLES.....	27
2.1.3. VARIABLES PRINCIPALES DEL SECTOR	28
2.1.4. ESTUDIOS DE MERCADO	29
2.1.5. INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA	29
2.1.6. PARTICIPACIÓN	30
2.1.7. TECNOLOGÍAS.....	30
2.1.8. IMPLEMENTACIÓN.....	31
2.2. MARCO TEORICO.....	32
2.2.1. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD, USO Y ECONOMÍA	32
2.2.2. ESTRATEGIA.....	34
2.2.3. COMPETITIVIDAD	37
2.2.4. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL ENTORNO	38
2.2.5. PERCEPCIONES	38
2.3. MARCO LEGAL	39
2.4. MARCO CONTEXTUAL	41
3. ANALISIS Y RESULTADOS	43
3.1. ANALISIS DEL ENTORNO Y SECTORIAL.....	43
3.1.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO.....	43
3.1.1.1. Rasgos generales del contexto	43
3.1.1.2. Entorno Social	51
3.1.1.3. Entorno Cultural.....	53
3.1.1.4. Entorno Demográfico	54

3.1.1.5.	Entorno Medioambiental	57
3.1.1.6.	Entorno Tecnológico	64
3.1.1.7.	Entorno Económico.....	81
3.1.1.8.	Entorno Político	101
3.1.1.9.	Entorno Jurídico	110
3.1.2.	ANÁLISIS SECTORIAL.....	114
3.1.2.1.	Presentación del sector en el cual se ubica la industria.....	114
3.1.2.2.	Ley 1715 de 2014, el inicio de una revolución energética.....	115
3.1.2.3.	Avances en Colombia.....	120
3.1.2.4.	Comentarios sobre el sector	122
3.1.2.5.	Presentación del territorio (región) y su relación con el sector	123
3.2.	CARACTERIZACION DEL SUBSECTOR DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA 127	
3.2.1.	HISTORIA	127
3.2.1.1.	Efecto fotoeléctrico.....	127
3.2.1.2.	Aplicaciones y tendencias	128
3.2.1.3.	Plantas solares	129
3.2.1.4.	Conexión a la red (On-Grid)	130
3.2.1.5.	Conexión fuera de red (Off-Grid).....	130
3.2.2.	TECNOLOGÍA	131
3.2.2.1.	Técnica de fabricación	131
3.2.2.2.	El sistema fotovoltaico y sus componentes	132
3.2.3.	ESCENARIO GLOBAL	133
3.2.4.	ESCENARIO LATINOAMERICANO	137
3.2.5.	ESCENARIO COLOMBIANO	139
3.2.6.	ESCENARIO REGIONAL	144
3.3.	DIAGNOSTICO DEL SUBSECTOR A TRAVES DE TECNICAS DE ANALISIS ESTRATEGICO.....	149
3.3.1.	DIAMANTE COMPETITIVO.....	149
3.3.2.	CINCO FUERZAS COMPETITIVAS.....	159
3.3.3.	CADENA DE VALOR	162
3.3.4.	DOFA	165
3.3.5.	ANÁLISIS DE PERCEPCIONES DE LOS PROFESIONALES Y EXPERTOS.....	168
3.3.5.1.	Cuestionarios	168
3.3.5.2.	Entrevistas	175
3.4.	PROPUESTA ESTRATEGICA ORIENTADA AL FORTALECIMIENTO DEL SUBSECTOR DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL VALLE DEL CAUCA .	178
3.4.1.	ESTRATEGIA COMPETITIVA.....	178
3.4.1.1.	Subestrategia de marketing.....	179
3.4.1.2.	Subestrategia de formación y competencias	181
3.4.1.3.	Subestrategia de políticas publicas	182
3.4.1.4.	Subestrategia de integración energética.....	183
3.4.1.5.	Subestrategia de concientización	184
3.5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	186
	BIBLIOGRAFÍA	189
	APENDICES.....	197

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. MATRIZ DE MARCO LÓGICO.....	15
TABLA 2. RELACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO	18
TABLA 3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	20
TABLA 4. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO SOCIAL	51
TABLA 5. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO CULTURAL.....	53
TABLA 6. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO DEMOGRÁFICO	54
TABLA 7. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO MEDIOAMBIENTAL	57
TABLA 8. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO TECNOLÓGICO	64
TABLA 9. PROYECTOS EN FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA. PERIODO 1991-2009. PESOS CONSTANTES 2006	70
TABLA 10. CAPACIDAD INSTALADA POR TECNOLOGÍA	72
TABLA 11. CAPACIDAD INSTALADA EN CADA REGIÓN POR TIPO DE RECURSO (MW).....	74
TABLA 12. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO ECONÓMICO	81
TABLA 13. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO POLÍTICO	101
TABLA 14. SUBESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN PROPUESTAS POR EL NICHOS DE OPORTUNIDAD	108
TABLA 15. SUBESTRATEGIA PARA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	109
TABLA 16. GUÍA DE ANÁLISIS PARA EL ENTORNO JURÍDICO	110
TABLA 17. ANÁLISIS DOFA	166
TABLA 18. CONSOLIDADO DE OBSERVACIONES DE LOS EXPERTOS ENTREVISTADOS	175
TABLA 19. RESUMEN DE ACCIONES RELACIONADAS A LAS SUBESTRATEGIAS	184

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.....	47
FIGURA 2. DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA DEL VALLE DEL CAUCA.....	50
FIGURA 3. FISIOGRAFÍA DEL VALLE DEL CAUCA.	51
FIGURA 4. DESEMPEÑO DEL PIB POR HABITANTE.	55
FIGURA 5. ESTADÍSTICAS DEL CENSO 2015.	56
FIGURA 6. FACTOR DE EMISIONES 2009-2010 MÉXICO, CHINA Y COLOMBIA.	59
FIGURA 7. MAPA DE INCIDENCIA SOLAR EN LA TIERRA Y RADIACIÓN SOLAR EN COLOMBIA.....	60
FIGURA 8. CAPACIDAD INSTALADA DE ENERGÍA SOLAR EN LATINOAMÉRICA.	61
FIGURA 9. SISTEMA DE TRANSMISIÓN NACIONAL STN.....	62
FIGURA 10. MAPA DE ZONAS INTERCONECTADAS/NO INTERCONECTADAS EN LA RED ELÉCTRICA NACIONAL.	64
FIGURA 11. PROCESO DE FABRICACIÓN DE PANELES.	66
FIGURA 12. PROCESO DE FABRICACIÓN DE PANELES – CADENA DE CELDAS.....	70
FIGURA 13. PARTICIPACIÓN POR TECNOLOGÍA EN LA MATRIZ ELÉCTRICA.	73
FIGURA 14. CAPACIDAD INSTALADA ÁREA CAUCA, CALDAS, CAQUETÁ, HUILA, NARIÑO, PUTUMAYO, QUINDÍO, RISARALDA, TOLIMA Y VALLE DEL CAUCA (MW, %).....	76
FIGURA 15. CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE CAPACIDAD INSTALADA DE DIFERENTES FUENTES RENOVABLES.	76
FIGURA 16. MERCADO FOTOVOLTAICO ANUAL GLOBAL (GW).	78
FIGURA 17. CAPACIDAD Y ADICIONES FOTOVOLTAICAS, PAÍSES TOP 10.....	80
FIGURA 18. CAPACIDAD GLOBAL FOTOVOLTAICA. FUENTE:	80
FIGURA 19. SUPOSICIONES PARA CÁLCULO DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN.	85
FIGURA 20. GRAFICAS DE INVERSIÓN Y RETORNO DE INVERSIÓN EN DOS ESCENARIOS.	85
FIGURA 21. RESULTADOS POR ESCENARIO.	86
FIGURA 22. COMPORTAMIENTO TRM 2015.	87
FIGURA 23. TRM 2016 A INICIOS DE MARZO.	88
FIGURA 24. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL VOLUMEN EN LAS IMPORTACIONES DE COLOMBIA 2006-2015.....	89
FIGURA 25. COSTO UNITARIO PROMEDIO NACIONAL DE ENERGÍA PARA EL MERCADO REGULADO. PESOS CORRIENTES.	91
FIGURA 26. COSTO UNITARIO PROMEDIO NACIONAL PARA EL MERCADO REGULADO. PESOS CONSTANTES ENERO 2012.	91
FIGURA 27. TARIFA MEDIA RESIDENCIAL 2014. PRINCIPALES PRESTADORES DEL SERVICIO EN COLOMBIA SUI.	92
FIGURA 28. TARIFA RESIDENCIAL PROMEDIO 2014-2015.	93
FIGURA 29. EJEMPLO DE MEDICIÓN NETA.	95
FIGURA 30. FLUJOS DE INVERSIÓN EXTRANJERA EN COLOMBIA SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA (USD MILLONES). ...	96
FIGURA 31. COMPORTAMIENTO ANUAL DEL PIB EN COLOMBIA.	98
FIGURA 32. COMPORTAMIENTO DEL IPC EN COLOMBIA 2016 (MARZO).....	99
FIGURA 33. VISIÓN PLAN NACIONAL DE DESARROLLO	102
FIGURA 34. METAS PLAN NACIONAL DE DESARROLLO	102
FIGURA 35. OBJETIVOS SECTORIALES.	103
FIGURA 36. IRRADIACIÓN SOLAR HORIZONTAL PARA LATINOAMÉRICA.	117
FIGURA 37. MAPA DE RADIACIÓN SOLAR PARA EL VALLE DEL CAUCA.	118
FIGURA 38. SISTEMA FOTOVOLTAICO DE MAYOR POTENCIA INSTALADO EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE COLOMBIA (UAO).....	123
FIGURA 39. DESTINO DE CONSTRUCCIONES.	125
FIGURA 40. PARTICIPACIÓN POR SECTORES AL PIB DEPARTAMENTAL.	126
FIGURA 41. CAPACIDAD GLOBAL SOLAR FV POR PAÍS/REGIÓN 2005-2015.	134
FIGURA 42. TRABAJOS DIRECTOS E INDIRECTOS EN ENERGÍA RENOVABLE A NIVEL MUNDIAL POR INDUSTRIA.	135
FIGURA 43. ACCESO Y FALTA DE ACCESO DE LA ELECTRICIDAD MUNDIAL POR REGIÓN, 2013.	136
FIGURA 44. NUEVA INVERSIÓN GLOBAL EN ENERGÍA RENOVABLE POR TECNOLOGÍA, PAÍSES DESARROLLADOS Y PAÍSES EN DESARROLLO, 2015.	136
FIGURA 45. PARTICIPACIÓN POR TECNOLOGÍA EN LA MATRIZ ELÉCTRICA.	139
FIGURA 46. MAPA DE IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL NACIONAL MULTIANUAL 2014.	142

FIGURA 47. DEMANDA REAL DE ENERGÍA EN COLOMBIA 2015.	143
FIGURA 48. DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA REAL POR MESES.	143
FIGURA 49. RESUMEN DE DEMANDA MÁXIMA Y CAPACIDAD EFECTIVA PARA COLOMBIA EN 2015.	144
FIGURA 50. PROMEDIO MENSUAL DE RADIACIÓN SOLAR EN CALI 2014.	147
FIGURA 51. DEMANDA REAL DEL VALLE DEL CAUCA 2015.	147
FIGURA 52. DEMANDA POR MES DEL VALLE DEL CAUCA 2015.	148
FIGURA 53. PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA EN LA GENERACIÓN DEL PAÍS.	148
FIGURA 54. CADENA PRODUCTIVA BASADA EN MAPA DE ENCADENAMIENTO PRODUCTIVO TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES RED CLÚSTER ENERGÍA SUROCCIDENTE.	158
FIGURA 55. DIAMANTE COMPETITIVO.	159
FIGURA 56. CINCO FUERZAS COMPETITIVAS.	162
FIGURA 57. CADENA DE VALOR.	165
FIGURA 58. RUEDA DE LA ESTRATEGIA ADAPTADA PARA LA ESFV.	179

LISTADO DE APENDICES

APÉNDICE 1. CUESTIONARIO A PROFESIONALES.....	197
APÉNDICE 2. CLASIFICACIÓN DE PREGUNTAS SEGÚN ESTRATEGIAS	199
APÉNDICE 3. INFORMACIÓN DE ESPECIALISTAS ENTREVISTADOS	200

LISTADO DE ACRONIMOS Y SIGLAS

ACB	Análisis costo beneficio
ACIEM	Asociación colombiana de ingenieros
ACP	Asociación colombiana de petróleo
ANLA	Autoridad nacional de licencias ambientales
BID	Banco interamericano de desarrollo
CAVASA	Central de abastos del Valle
CO2	Dióxido de carbono
COLCIENCIAS	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
COP	Peso colombiano
COP21	Conferencia de las partes
CREG	Comisión de regulación de energía y gas
CU	Costo unitario
CXC	Cargo por confiabilidad
DANE	Departamento administrativo nacional de estadística
DOFA	Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas
EIA	Estudio de impacto ambiental
ENFICC	Energía firme para el cargo por confiabilidad
EPSA	Energía del Pacífico
ER	Energías renovables
ESFV	Energía Solar Fotovoltaica
FED	Federal reserve
FENOGE	Fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía

FIT	Feed in tariff
FNCE	Fuentes no convencionales de energía
FN CER	Fuentes no convencionales de energías renovables
FV	Fotovoltaica
GEI	Gases de efecto invernadero
GW	Giga watt
I+D	Investigación y desarrollo
I+D+i	Investigación, desarrollo e innovación
ICER	Informes de coyuntura económica regional
IDEAM	Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales
IES	Instituciones de educación superior
IGAC	Instituto geográfico Agustín Codazzi
IPC	Índice de precios al consumidor
IPSE	Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas
IRENA	Agencia internacional de energía renovable
ISO	International organization for standardization
IVA	Impuesto al valor agregado
KWh	Kilowatt-hora
LCOE	Levelized cost of energy
MADS	Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible
MHCP	Ministerio de hacienda y crédito público
MICT	Ministerio de comercio, industria y turismo

MME	Ministerio de minas y energía
MSN	Metros sobre el nivel del mar
MW	Mega-watt
ONU	Organización de naciones unidas
PB	Puntos base
PIB	Producto interno bruto
PFFC	Programa de fomento y fortalecimiento del clúster
PMA	Plan de manejo ambiental
PPA	Power purchase agreement
REE	Rendimiento eléctrico equivalente
REN21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
RETIE	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas
SENA	Servicio nacional de aprendizaje
SIN	Sistema interconectado nacional
SSPD	Superintendencia de servicios públicos domiciliarios
STN	Sistema de transmisión nacional
SUI	Sistema único de información
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
TPO	Third party ownership
TRM	Tasa representativa del mercado
UAO	Universidad autónoma de occidente
UPME	Unidad de planeación minero energética
URE	Uso racional y eficiente de la energía

USD	Dólar americano
VAC	Voltaje alterno
VDC	Voltaje directo
Wp	Watt pico
ZNI	Zonas no interconectadas

INTRODUCCION

El análisis de tipo descriptivo llevado a cabo en la presente investigación da cuenta del estado actual del subsector energético solar fotovoltaico en el Valle del Cauca y a partir del cual con técnicas de análisis estratégico y del procesamiento de la información recogida a varios actores en el trabajo de campo realizado, se propone una estrategia integral enmarcada dentro de cinco subestrategias tales como Concientización, Formación y Competencias, Integración Energética, Marketing y Políticas Públicas..

Para llevar a cabo dicha investigación se realizó inicialmente una exploración documental acerca del estado actual de la tecnología a nivel mundial, latinoamericano, colombiano y regional, su desarrollo y uso, costos y nivel de competitividad en el mercado.

Posteriormente, se diseñó un instrumento de medición tipo cuestionario, ejecutado a distintos profesionales de la Maestría en Administración de la Universidad del Valle y que abordó las cinco temáticas sobre la cual se fundan las subestrategias. El complemento a la investigación se obtuvo a partir de la información directa de expertos en distintos ámbitos acerca de la energía solar fotovoltaica a través de entrevistas semiestructuradas.

El objetivo general se cumple luego de desarrollar un ejercicio estratégico como el Análisis del Entorno y Sectorial donde se reconoce el estado del sector energético, el subsector de la energía solar fotovoltaica y las fuerzas externas que influyen en ellos. Posteriormente, se evaluaron diversos aspectos mediante herramientas como el Diamante Competitivo, Cinco Fuerzas Competitivas, Cadena de Valor y DOFA cumpliendo los objetivos específicos planteados, lo que llevo a consolidar la estrategia final articulando las cinco subestrategias presentadas en los resultados de la investigación.

El trabajo viene tejido para alcanzar el objetivo general, el cual es coherente con el problema identificado y el título de la investigación; tal como podrá comprobarse fácilmente con la metodología, alineación de resultados y propuesta estratégica.

Existen múltiples barreras que han ralentizado la implementación a gran escala de la energía solar fotovoltaica en Colombia, sin embargo el gobierno ha ido estructurando algunos programas y políticas que ponen de manifiesto el compromiso por llegar a cumplir los acuerdos pactados en París en el año 2015 sobre el cambio climático.

El Valle del Cauca se proyecta como un pionero en la integración de la energía solar fotovoltaica dentro de la canasta energética y con la participación activa de organismos como la Red Clúster Energía de Suroccidente se potencia la participación de energías renovables como soluciones en zonas no interconectadas mediante proyectos estratégicos productivos. Además, empresas como CELSIA a través de su filial EPSA e instituciones académicas como la Universidad Autónoma de Occidente, Universidad del Valle y Universidad Javeriana, entre otras, vienen aportando en la ejecución de proyectos e investigación respectivamente.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES

Un sector económico contiene a subsectores que a su vez tienen un comportamiento competitivo dentro del mismo para determinar su supervivencia y participación. Es el símil de las empresas con su entorno en el cual deben aprender a adquirir e implementar ventajas competitivas que les den permanencia y liderazgo en su sector económico.

Dentro del macro sector energético, se derivan algunos sectores dependiendo de su aporte o participación, fuentes de generación y precios finales al consumidor. La generación energética se tiene de múltiples formas, se puede obtener tanto con energías renovables como no renovables.

El uso de energías no renovables trae consigo un impacto ambiental que puede no ser percibido de forma inmediata, pero que a las generaciones futuras les repercutirá en sus actividades y modo de vida. Alto consumo de recursos valiosos como el agua, emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera e impactos ambientales en flora y fauna son algunos de los motivos por los cuales las energías no renovables deben ser evaluadas en su continuidad como fuente energética.

En la actualidad existe un firme propósito por reconocer a las energías renovables como la única alternativa viable ante la decadencia de recursos no renovables dado que su periodo de uso está llegando a su etapa final y el consumo energético a nivel global se incrementa exponencialmente.

La gran mayoría de países del mundo son partícipes de protocolos y convenciones como la Conferencia de las Partes (COP) sobre Cambio Climático, donde le apuestan a un futuro sostenible con compromisos ambientales en el mediano y largo plazo. Este evento, se realiza de forma

anual y en el mismo se lleva a cabo el seguimiento de los compromisos adquiridos, presentación de nuevos planes ambientales y cita a grandes especialistas del sector ambiental, ministros, jefes de estado, entre otros.

A nivel mundial las energías renovables van por un camino prometedor, se ha incrementado la inversión en las mismas y entre 2014-2015 se logró un gran aumento en la capacidad instalada de generación energética, el cual viene dándose de forma exponencial año a año. Así mismo, la participación de la energía solar fotovoltaica dentro de la familia de las renovables está posicionada como número uno en generación de empleo lo que representa un aporte social y económico.

Latinoamérica por su parte a pesar de presentar crecimientos anuales en generación energética por medio de energías renovables, está aún muy por debajo de la participación a nivel mundial. Algunos países como Chile están a la vanguardia en la región y siguen incrementando inversión económica en dicho sector. Otra familia de países, tienen dentro de sus planes de desarrollo energético el poder depender completamente o en mayor parte, de energías renovables en el marco del año 2030 aproximadamente.

En el contexto nacional, se están realizando los primeros proyectos de granjas solares por parte de la compañía CELSIA. Se tienen presupuestados unas granjas estratégicamente ubicadas en el país donde la primera de ellas dio lugar en el municipio de Yumbo, Valle del Cauca.

Colombia está configurada energéticamente por dos principales fuentes, la energía hidroeléctrica y la energía por gas. Esto deja muy poco margen de participación a las energías renovables, sin embargo el cambio climático hace que se requieran alternativas que no se puedan ver afectadas por el mismo. En el país se está construyendo un marco legal donde las energías renovables cuenten con beneficios que permitan hacerlas atractivas como inversión y que lleguen a ser tan

competitivas como la oferta actual.

El principal recurso energético usado en la región vallecaucana se logra a través de la energía renovable hidroeléctrica, la cual predomina a nivel nacional. Sin embargo, la fuente de energía renovable a través de la energía solar fotovoltaica es una alternativa que tiene unas bondades que valen la pena ser tenidas en cuenta. El Valle del Cauca cuenta con una posición estratégica para el aprovechamiento del recurso solar y su alta incidencia de radiación solar, el cual es el principal factor para la generación de energía solar fotovoltaica, lo convierten en un escenario propicio para llevar a cabo esta investigación de análisis y de viabilidad dentro el mercado energético para conocer si realmente es una alternativa a la cual pueda apostarle la región.

El departamento es líder en la investigación e implementación de soluciones con energía solar fotovoltaica. EPSA como filial de CELSIA tiene propuestas interesantes frente a la prestación del servicio público por medio de arriendo, así como también la región viene realizando un aporte en cuanto a la investigación por medio de algunos centros universitarios.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las energías pueden ser clasificados en dos tipos, renovables y no renovables. La energía eléctrica en Colombia está en su mayoría proporcionada por fuentes energéticas renovables, siendo la hidroeléctrica la principal fuente de generación. Por su parte, la energía solar fotovoltaica (ESFV), tiene una participación casi imperceptible frente a las demás.

Desde el año 1994 se crearon leyes como la 142 (ley de servicios públicos domiciliarios) y la 143 (ley eléctrica), las cuales dieron lugar a la separación del negocio de las empresas del sector eléctrico representadas por generación, transmisión, distribución y comercialización. Así, se dio lugar a la creación de empresas estatales que velan por la regulación, la planeación y ejercen la

vigilancia y control requerido en el sector eléctrico. (SENA, 2013)

Posteriormente, y a partir de esta segregación se crean organizaciones que apoyan y dan evolución al entorno tecnológico del sector, lo que le permite a la región desarrollar su competitividad en múltiples frentes, uno de ellos en la implementación de centrales solares que permiten la generación energética haciendo uso de esta fuente.

En la región existe un interés hacia el uso de las energías renovables, esto viene dado a la evidente escasez de alternativas energéticas ante fenómenos naturales como los que se vivieron en los primeros meses del año 2016, donde se tuvo una alta posibilidad de racionamiento eléctrico. Esta situación y la necesidad a nivel mundial de reducir gases contaminantes y de efecto invernadero se traducen en la implementación de tecnologías renovables como la solar fotovoltaica.

Los precios por Kilowatt Hora (KWh) que involucran la implementación de la energía solar fotovoltaica como opción energética son, en términos generales, elevados respecto a las otras alternativas. Esto crea una barrera que se traduce en la no inversión de este tipo de proyectos.

El alto interés, pero la baja aplicación de proyectos reales usando la energía solar fotovoltaica hacen necesario un análisis con detenimiento de las variables principales del sector energético solar fotovoltaico para conocer su viabilidad en el mercado eléctrico de la región. Para el 2035 se espera que un tercio de la producción energética este dada por fuentes renovables de energía.

El rápido crecimiento de las energías renovables se sustenta en la caída de costos tecnológicos, la subida de precios del combustible fósil y el precio para emisiones de CO₂, pero su auge en mayoría se debe a las subvenciones para dichos proyectos, que pasan de 88.000 millones de dólares para 2011 y se espera que sea de 240.000 millones de dólares para 2035. (SENA, 2013).

Los costos económicos de producción de la energía eléctrica por medio de energías convencionales como la hidroeléctrica o derivados de combustibles fósiles son actualmente más compe-

titivos que algunas energías renovables en pequeña escala, sin embargo al hablar de generación en gran escala las energías renovables presentan un panorama atractivo en cuanto a precios por KWh. La gran barrera que se tiene es que para dichos proyectos de gran escala se requiere una gran inversión inicial y que puede no resultar atractiva en términos de recuperación de capital y rentabilidad a largo plazo para los agentes inversores.

Según García, Corredor, Calderon, y Gomez (2013), el costo nivelado de energía (LCOE) - el cual permite comparar los costos unitarios de diferentes tecnologías de producción a lo largo de la vida de un proyecto, para las fuentes renovables viene dado por factores como la calidad de los recursos, costos de equipos y desempeño, combustible (si es usado), costos de operación y mantenimiento, vida económica del proyecto y costo de capital. Esto es importante al momento de conocer el costo de producción de un MWh. Por ejemplo, el costo de instalación de un MW en proyectos hidroeléctricos esta en alrededor de \$4000 MCOP, mientras que su costo de operación y mantenimiento esta en \$2.8 COP/KWh. El precio del KWh pagado por los consumidores esta entre \$350-450 promedio, dependiendo del estrato.

A pesar de que algunas energías renovables aún se encuentran con costos muy elevados, es importante mencionar que la energía solar fotovoltaica en comparativa con otras fuentes de energía renovable sin incluir la hidroeléctrica, es la más competitiva. El costo de construcción por MW ronda los \$4530 MCOP, mientras que el costo de producción del KWh, se encuentra en alrededor de \$212 según conversiones desde García Garrido (2016).

1.2.1. Formulación del problema

Cuál sería la estrategia que impulsaría la energía solar fotovoltaica en la región del Valle del Cauca?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. Objetivo general

Formular una estrategia integradora que impulse la energía solar fotovoltaica en el mercado energético regional a partir de herramientas para análisis estratégico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un análisis del entorno y sectorial enfocado al sector eléctrico y solar fotovoltaico.
- Caracterizar y diagnosticar el subsector de la energía solar fotovoltaica mediante técnicas de análisis estratégico.
- Diseñar una propuesta estratégica orientada al fortalecimiento del subsector de energía solar fotovoltaica para el Valle del Cauca.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Los recursos naturales como el agua son muy limitados, adicionalmente la demanda eléctrica cada día es mayor, como se reporta en A. Fotovoltaica (2016) para Colombia con crecimiento del 4% anual y los cambios climáticos ofrecen una panorámica nublada sobre cuál debería ser nuestra alternativa en de términos generación eléctrica. Los gobiernos han emprendido desde hace algunos años unos esfuerzos tibios por minimizar impactos ambientales y generar conciencia sobre el uso de energías limpias. Por tal motivo, es de vital importancia conocer el estado real de una nueva forma de generación energética en la región.

La contaminación generada por las energías no renovables ha sido el punto de partida para que exista una concientización sobre el uso de energías alternativas frente a las convencionales.

La emisión de gases efecto invernadero y el impacto ambiental que esto genera ha llevado a

los países a buscar alternativas amigables que puedan suplir la generación actual de energía. Tan solo en el 2015, se estableció un acuerdo universal para combatir el cambio climático entre 195 naciones (Géminel, 2015). En ese sentido, Colombia como parte de dichos países comprometidos con el cambio, pretende en el mediano plazo contar con alternativas que involucren nuevas tecnologías y que tengan característica renovable.

En términos económicos existen unas diferencias marcadas entre el precio de un KWh dependiendo del tipo de generación de la cual provenga (eólica, hidráulica, solar, biomasa, entre otras) lo que en términos de inmediatez, algunas tecnologías se verán rezagadas por sus elevados costos iniciales de implementación.

Por tal motivo vale la pena mirar más allá, las ventajas económicas a largo plazo podrían ser la luz de salida para estas nuevas tecnologías, considerando también el buen ejercicio del gobierno que impulse dichas alternativas energéticas. De acuerdo a Garcia Garrido (2016) la energía solar fotovoltaica es una de las apuestas más interesantes dentro de la familia de renovables considerando algunos factores como sitio de instalación y tamaño de la granja solar.

El impacto ambiental positivo que se tiene en la zona de influencia y la generación de conciencia ciudadana y organizacional frente al uso de energías renovables hacen parte de las razones por las cuales se hace necesario un análisis de los principales factores que determinan la competitividad del sector energético solar fotovoltaico en el Valle del Cauca.

Los proyectos de energía solar fotovoltaica son considerados limpios por su poca contaminación respecto a otros proyectos energéticos, lo que constituye una gran apuesta en términos ambientales.

Parte de esta visión la tiene CELSIA, empresa que recién inauguro en 2017 la primera planta

fotovoltaica del país en Yumbo (CELSIA, 2017). Analizando otro aspecto, la vida útil de sus elementos viene dada por muchos años (entre 25 y 35 años) lo que los hace adecuados para una inversión a largo plazo, además el mantenimiento y suministros en las plantas fotovoltaicas es reducido.

Existen sectores de la economía que empiezan a tomar conciencia sobre el buen uso de los recursos, se empieza a hablar de sostenibilidad, de impacto ambiental y el reconocer este tipo de energía como amigable es un gran paso para impulsar este tipo de proyectos en la región tanto para personas naturales como para organizaciones quienes día a día adquieren mayor protagonismo en la responsabilidad ambiental.

Dentro del marco colombiano hay una importante mesa de trabajo cuya iniciativa viene dada por el World Economic Forum y apoyada por la Unidad de Planeación Minero Energética, el Ministerio de Minas y Energía y Colombia Inteligente; donde se proyectan esfuerzos en la transformación del sistema eléctrico mediante el desarrollo de acciones en unos focos específicos como Modelos de Negocio, Despliegue Tecnológico, Electrificación del Transporte y Microredes Sostenibles ZNI (Zonas no interconectadas) (WEF, MME, UPME, y Inteligente, 2017).

Esta mesa de trabajo a su vez cuenta con el apoyo de múltiples organismos nacionales y regionales con los cuales se construyen los planes y se ejecutan los proyectos para darle cumplimiento gradual a la meta de la transformación.

1.5. METODOLOGÍA

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno (Sampieri, Collado, y Lucio, 1996). Existen 4 tipos de investigación

que se pueden aplicar a la metodología, los cuales son exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

El enfoque de la investigación será de tipo mixto, es decir que tendrá componentes cualitativos como la estadística, se analizará la realidad objetiva y cuantitativos dado que se tendrá una contextualización del fenómeno y se tendrán interpretaciones a partir de los datos y la observación.

En este apartado se exponen los métodos de trabajo que se seguirán con el propósito de lograr los objetivos propuestos. En general este estudio será en una mayor proporción de tipo descriptivo, aunque incluirá elementos de tipo exploratorio.

En la investigación se intentará especificar y detallar las características físicas y de funcionamiento de la industria solar fotovoltaica e identificar las opiniones, necesidades y requerimientos de los potenciales usuarios del subsector de energía solar fotovoltaica para el Valle del Cauca.

Así el estudio tiene un peso alto en recoger datos que nos permitan el análisis y diagnóstico de situacional del subsector de energía solar fotovoltaica para el Valle del Cauca. Finalmente se diseñarán unas estrategias que resuelvan los problemas que afectan la implementación de la energía solar fotovoltaica en la región del Valle del Cauca.

El alcance de este estudio descriptivo no busca pronosticar ni correlacionar variables de estudio por lo tanto no se formularán hipótesis.

La investigación propuesta se realizará sin manipulación deliberada de variables, solo se observarán características y fenómenos tal y como se dan en sus contextos naturales, para después analizarlos y proponer soluciones a los problemas propuestos. Bajo esta premisa la investigación será de tipo no experimental.

Los datos serán recolectados en un solo momento buscando tomar una “fotografía” del fenómeno y así poder describir y analizar su incidencia e interrelaciones en un momento dado. Esta premisa ubica el trabajo como una investigación transeccional o transversal descriptiva que tiene como objetivo indagar datos de diversas variables vinculadas al estudio.

De otro lado esta investigación será aplicada porque se va a utilizar el conocimiento adquirido para hacer una propuesta de estrategias que resuelvan los problemas planteados, es decir que vamos a usar el conocimiento para aplicarlo de inmediato en provecho de los sujetos vinculados al estudio y en la comunidad en general.

Finalmente, este estudio será una investigación descriptiva de campo porque está basada en una estrategia de recolección directa de datos de la realidad.

1.5.1. Fases de investigación

Dado que el estudio está enmarcado en la modalidad de investigación de campo, se desarrollará y ejecutará en las siguientes fases:

Fase I: Revisión de la literatura. Esta etapa comprende la realización de un estudio exploratorio donde se identifiquen características y tendencias del sector de energía solar fotovoltaica en el Mundo. Se identificarán y estudiarán artículos científicos de bases de datos reconocidas y que hagan parte del estado del arte para identificar estrategias propuestas o implementadas vinculadas a la implementación de la tecnología en otros países. Igualmente se analizará los marcos normativos Colombianos y las propuestas de energía solar fotovoltaica para la región.

Fase II: Diseño de Instrumentos y Trabajo de Campo. A partir de la revisión bibliográfica, se determinarán las variables que se usarán para el análisis empírico las cuales estarán diseñadas para dos poblaciones: Expertos y usuarios profesionales que serían potenciales usuarios de la

tecnología discutida. Como resultado de esta fase tendremos dos instrumentos cada uno dirigido a poblaciones distintas. Se usara como técnica de recolección de datos la encuesta en dos modalidades: Cuestionarios y entrevistas.

El cuestionario será sometido a prueba piloto de tal forma que permita tener certeza de la confiabilidad y validez de la información obtenida. En esta fase se aplicaran a cada población las encuestas teniendo en cuenta que de acuerdo al tipo de población se realizaran dos sistemas: entrevista personal y encuesta presencial.

Fase III: Diagnóstico. Esta fase se desarrollará a través de la recolección de datos a fin de recopilar la información pertinente de los sujetos de estudio para el diagnóstico sobre las características del subsector de energía solar fotovoltaica, identificar las opiniones, necesidades y requerimientos de los grupos de personas que están relacionadas o que podrían relacionarse con el subsector de energía solar fotovoltaica en el Valle del Cauca.

Fase IV: Procesamiento de datos. Una vez se termine la recolección de datos primarios, estos serán objeto de una revisión para eliminar sesgos o distorsiones en la codificación, luego serán tabulados electrónicamente usando SPSS y EXCEL los cuales permitirán producir tablas y gráficos estadísticos.

Fase V: Análisis y Resultados. Los resultados del procesamiento de datos serán estudiados en el marco teórico del estudio y producirá un diagnostico que permitirá construir la propuesta de estrategias que resuelvan los problemas que afectan la implementación de la energía solar fotovoltaica en la región del Valle del Cauca. La propuesta de estrategia será el producto final del proyecto de investigación, el cual será socializado a los interesados en el estudio.

1.5.2. Tipo de investigación

Dada la naturaleza de la investigación, se clasifica como descriptiva. Se arranca con un trabajo exploratorio dado que es una investigación para la cual bajo el contexto propuesto no se ha encontrado literatura documentada, así mismo, se requiere mayor indagación sobre el fenómeno de la energía solar fotovoltaica y su implementación en el Valle del Cauca.

Tal como lo declara Sampieri et al., (1996) este tipo de estudio exploratorio aplica cuando se desea indagar más sobre temas desde perspectivas distintas. Empezar a indagar sobre las estrategias del subsector energético solar fotovoltaico es la apertura a la parte descriptiva del mismo.

Ahora, se afirma que la investigación tiene el enfoque descriptivo, el cual hace relación a la especificación de propiedades o características del sector y subsector bajo análisis. Dichas características son esenciales en la determinación de los factores y causas que juegan un rol importante en la implementación de la energía solar fotovoltaica y que posteriormente permita realizar una propuesta estratégica para impulsar el uso de la energía solar fotovoltaica en la región.

Fuentes de información

Para el trabajo existen fuentes variadas. Las fuentes se clasifican según su origen y para este trabajo se usaran de todos los tipos así: Personal, institucional y documental.

De carácter personal se tendrán, el análisis de las entrevistas a los especialistas que sean parte del subsector solar fotovoltaico en el departamento del Valle del Cauca y que se espera tengan un panorama cierto sobre la energía solar como una alternativa energética en la región.

Adicionalmente los resultados de las encuestas a los distintos profesionales que ofrecerán sus perspectivas relacionadas con el consumo de sector a la elaboración de estrategias dirigidas a la potencialización de la industria.

Las fuentes de tipo institucional serán los libros de estrategia, competitividad, energías renovables y energía solar fotovoltaica así como revistas clasificadas dentro de estos ejes y temas relacionados las cuales tendrán ubicación en las principales bibliotecas de la ciudad de Cali y bases de datos académicas.

También se incluye dentro de la revisión los artículos científicos que involucren el desarrollo de la tecnología solar fotovoltaica en países donde su uso es común o donde está emergiendo.

Por último, otra información de carácter documental se recogerá del internet a través de documentos de organizaciones públicas y privadas que puedan dar entendimiento al comportamiento de la industria solar fotovoltaica en el mundo, país y región.

La información para este trabajo de investigación de acuerdo a su contenido será de orden primario a través de las entrevistas y encuestas realizadas, secundario dando cuenta de las fuentes documentadas y el análisis de las encuestas y finalmente de tipo mixto con el apoyo de la información publicada en internet.

1.5.3. Marco lógico

Dentro del marco lógico para esta investigación, se reconocerán las características principales de los objetivos y las actividades relacionadas para llevarlos a cabo. La tabla a continuación brinda una información detallada sobre esto.

Tabla 1

Matriz de marco lógico

Objetivos	Actividades	Recursos	Indicadores	Supuestos
-----------	-------------	----------	-------------	-----------

GENERAL. Formular una estrategia integradora que impulse la energía solar fotovoltaica en el mercado energético regional a partir de herramientas para análisis estratégico.

ESPECIFICO 1. Elaborar un análisis del entorno y sectorial enfocado al sector eléctrico y solar fotovoltaico.	Recopilar y organizar la información del sector eléctrico y el subsector de energía solar fotovoltaica mediante documentos actualizados de entidades, estudios y publicaciones reconocidas.	Artículos y documentos del sector eléctrico, normatividad. Documentación de organizaciones a fin del sector eléctrico (públicas y privadas).	Numero de parámetros válidos para caracterizar el sector.	Encontrar información sin validez. Recolección de información insuficiente.
ESPECIFICO 2. Caracterizar y diagnosticar el subsector de la energía solar fotovoltaica mediante técnicas de análisis estratégico.	Detallar las características principales del subsector energético bajo estudio. Realizar entrevistas a expertos del sector energético, empleados y especialistas de la región. Realizar cuestionarios que generen información para sustentar el análisis estratégico. Procesar información a través del software ade-	Artículos científicos, libros de energía solar fotovoltaica, documentos institucionales. Disponibilidad de actores participantes (especialistas y profesionales de la maestría en administración). Financieros para movilizaciones locales y regionales, atenciones a los expertos. Papelería.	Presentación de la historia, evolución y componentes tecnológicos de este tipo de energía. Factores identificados en el análisis estratégico. Cantidad mínima de cuestionarios realizada.	Información desactualizada. Información no pertinente. Tener insuficientes cuestionarios. Entrevistas mal ejecutadas. Cuestionarios mal diligenciados.

	cuado.			
ESPECIFICO 3.	Identificar fortalezas y debilidades que permitan la generación de una estrategia integrada dirigida a potenciar la implementación de la energía solar fotovoltaica a partir de la información recolectada y procesada.	Tecnológicos (computador, acceso a internet) Acceso a bibliotecas y material bibliográfico en relación al estudio. Disponibilidad en términos de tiempo del asesor del trabajo de investigación.	Estrategia finalizada. Valor agregado de la propuesta.	Encontrar información insuficiente para realizar un análisis óptimo.

Fuente: Elaboración propia

1.5.4. Población y muestra

La población para esta investigación está dividida en dos grupos. El primero de ellos está determinado por los estudiantes profesionales matriculados y que hacen parte del programa académico Maestría en Administración de la Universidad del Valle – Sede Cali. Con esta selección se pretende analizar mediante la encuesta los distintos enfoques y percepciones que se tienen en la población frente a los factores que influyen en la implementación de la ESFV, así mismo se pretende medir el conocimiento que se tiene frente a la tecnología.

Por tal motivo, la muestra que se escogerá para desarrollar la investigación será del tipo aleatoria y heterogénea, siendo esta una mezcla de profesionales que de cierta forma representan empresas de distintos sectores y así mismos como particulares.

El segundo grupo corresponde a expertos en el campo de la energía solar fotovoltaica los cuales son seleccionados según experiencia y credenciales en la materia. Estos especialistas serán empresarios, investigadores e integradores que puedan representar los distintos enfoques de estudio.

Las poblaciones involucradas en el estudio están representadas en el siguiente cuadro:

Tabla 2

Relación de instrumentos para la investigación de campo

Instrumento	Actores	Población	Muestra	Aplicación del cuestionario
K1	Profesionales de diferentes disciplinas académicas	193 profesionales	Aleatoria simple	Cuestionario personal
K2	Entrevista a expertos en el tema. Empresarios, gerentes y académicos	6	Teórica o Conceptual	Entrevista

Fuente: Elaboración propia

Estos actores constituyen las poblaciones para la investigación planteada, los cuales poseen características similares.

Con respecto a las muestras, se puede decir que en el segundo grupo no se aplicaron criterios muestrales estadísticos, debido a que los casos seleccionados aportan de manera significativa a la comprensión de la energía solar fotovoltaica en distintos aspectos, es decir que poseen atributos que contribuyen a la comprensión y desarrollo del fenómeno estudiado.

Esta muestra para la investigación con componentes cualitativos se llama muestra teórica o conceptual según Sampieri et al., (1996) y está relacionada con la exploración de conceptos sobre algún tema.

Por su parte, en el primer grupo si se tendrán criterios específicos para establecer el tamaño de la muestra. Al tener información de la población objetivo (193 estudiantes matriculados en seminarios) podemos determinar el tamaño de la muestra de la siguiente forma:

$$m = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq}$$

donde

m = Muestra

N = Población (193)

Z = Nivel de confiabilidad (1.96 para 95%)

p = Proporción de la población a encuestar. En este caso seleccionamos 0.5 dado que desconocemos la heterogeneidad de los actores.

$q = (1 - p)$

e = Margen de error máximo admitido (5%)

Usando los valores anteriores para un nivel de confianza del 95% se tiene una muestra de 129 actores.

Validez

Para validar el instrumento se utilizará el juicio de expertos. Por validez se entiende el grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir. En tal sentido, se asumió como criterio de validez el método de proporción de acuerdos, luego de ser entregado a tres (03) expertos constituidos:

Un (01) Metodólogo y dos (02) Profesores especialistas en el tema, los cuales verificarán la pertinencia de los ítems con relación a las variables del estudio, con el propósito de conocer si el instrumento reúne los requisitos para ser aplicado a las poblaciones objeto de estudio.

Consulta bibliográfica

Para la ejecución del proyecto de investigación se llevará a cabo la consulta bibliográfica de documentos como artículos científicos, libros y revistas, tesis relacionadas con el tema en la

administración estratégica y el marketing de servicios, con el fin de obtener referencias de trabajos sobre el asunto a nivel nacional e internacional, además de conocer los antecedentes de estas.

1.5.5. Técnicas de investigación

La recolección de información se divide en tres etapas: Selección del instrumento, aplicarlo y codificar la información recogida. El instrumento de medición debe ser confiable, valido y objetivo (Sampieri et al., 1996). La confiabilidad hace relación al grado de aplicabilidad del instrumento y coherencia con sus resultados, es decir que si se aplica el mismo instrumento más de una vez a la misma persona se tendrán los mismos resultados; la validez por su lado se define como la pertinencia del instrumento de medición frente a las variables que realmente se quieren medir y la objetividad es el grado de influencia del sesgo y tendencia del investigador que lo administran, califican e interpretan (Merterns como se citó en (Sampieri et al., 1996)).

Los instrumentos de medición para esta investigación serán la entrevista semi estructurada y los cuestionarios estructurados aplicados a los actores mencionados en la muestra.

1.5.6. Operacionalización de variables

Se hace necesario clasificar las variables en función de indicadores medibles estableciendo una relación entre su concepto y la forma en cómo serán medidas.

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicadores
----------	------------	-------------

Sociodemográfica	Caracterizar al encuestado mediante variables sociales, demográficas y económicas.	Edad. Sexo. Profesión. Ocupación. Industria. Nivel de estudios. Residencia. Estrato. Núcleo familiar. Ingresos familiares.
Tecnología/Integración energética	Determinar el grado de conocimiento y afinidad que se tiene con el sector eléctrico y la tecnología de ESFV.	Comprensión de tecnología. Recurso solar. Precios de la energía eléctrica. Componentes de la ESFV. Identificación con la tecnología.
Cultura/Concientización	Conocer la percepción que tiene la cultura regional sobre el medio ambiente y su posición frente a la implementación.	Percepción de la ESFV. Medioambiente. Gases de efecto invernadero. Posición de la cultura valluna con la ESFV. Implementación.
Competencia/Formación	Validar el estado actual de formación que se tiene frente a energías renovables y ESFV.	Investigación. Formación académica. Capacitación empresarial. Proyectos. Clúster energético.
Marketing	Conocer la opinión frente a estrategias para hacer visible la ESFV.	Publicidad. Canales. Sector público. Sector privado. Impacto.

Políticas Publicas	Determinar el grado de conocimiento sobre las acciones del gobierno en la generación de políticas y apoyo a la industria energética.	Conocimiento de leyes, decretos, etc. Incentivos tributarios. Fomento. Participación. Apoyo a industria.
--------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. ESTADO DEL ARTE

La evolución tecnológica y los cambios climáticos han permitido que el desarrollo de la energía solar en países como Reino Unido haya dado resultados positivos dado que se incrementa la participación tanto de empresas públicas, privadas y gobierno en la generación de espacios protectores del nicho que involucre ESFV.

La innovación sostenible se abre espacio entre el competido mercado eléctrico cuando se propician alternativas de investigación y financiamiento adecuadas. (Smith, Kern, Raven, y Verhees, 2014)

Por otro lado, autores como Hoppmann, Peters, Schneider, y Hoffmann (2013) han realizado estudios sobre cómo impacta la inmersión de nuevas tecnologías en los mercados y la explotación o exploración que se le puede dar a dichas tecnologías, dado que un mercado en el cual han sido introducidos elementos tecnológicos durante cierto periodo de tiempo, estos tienden a madurar y se llega a una etapa de explotación y la exploración de nuevas tecnologías queda así bloqueada.

En otras palabras, la innovación tecnológica se bloquea por medio de barreras generadas al tratar de introducir nuevas tecnologías dentro de un mercado que ya tiene cierta madurez.

Esto mismo se menciona en la investigación realizada por Zhang y White (2016) donde se realiza un estudio de lo que deben superar las empresas emprendedoras del sector solar fotovoltaico cuando deben ingresar a un mercado competido como el chino.

Esta investigación deja sobre la mesa la intervención del gobierno para crear un espacio adecuado de competencia donde puedan coexistir sin problemas la exploración y la explotación a nivel tecnológico. La generación de un espacio legítimo donde puedan coexistir nuevas empre-

sas, emprendedores y nuevas industrias es un reto que puede ser enfrentado a través de una normatividad bien diseñada, de esta forma la innovación tecnológica no se ve limitada.

Otros estudios analizan la aplicación de la política Feed-In Tariff (FIT), la cual consiste en que el gobierno interviene estratégicamente para impulsar el uso de Energías Renovables No Convencionales al establecer una tarifa económica a la electricidad inyectada o devuelta a la red eléctrica cuando ha sido generada por estas energías.

La aplicación de esta política ha repercutido en mayor volumen de ventas de inventario para las empresas involucradas en el sector solar fotovoltaico según Wang, Zheng, Zhang, y Zhang (2016), lo que implica un gran desarrollo de la industria en dicho país.

La incorporación de la tecnología solar fotovoltaica ha enfrentado varios retos o barreras. Para poder darle frente a dichas barreras, las compañías, consumidores y la industria en si misma se mueven alrededor de estrategias de negocios que han variado entre países.

Por ejemplo, en los Estados Unidos el modelo de negocio se basa en TPO (Third-Party Ownership) donde terceros financian a compañías del sector solar fotovoltaico los sistemas solares y estas a su vez ofrecen la energía generada a clientes en el sector comercial o residencial.

En Japón, el modelo de negocio es conocido como Cross-Selling dado que consiste en la venta cruzada de elementos para la implementación de los sistemas solares principalmente en empresas de la construcción, las cuales los incluyen en remodelación o vivienda nueva.

Por último, en Alemania se maneja el modelo de Host-Owned Feed-In que consiste en que los clientes (comerciales o residenciales) invierten en su propio sistema autogenerador de energía solar fotovoltaica y consigue así una reducción en su tarifa energética (Strupeit y Palm, 2016).

En Carolina del Norte en los Estados Unidos la investigación de Rai, Reeves, y Margolis (2016) presenta cómo es determinada la decisión de adquisición y financiación de sistemas sola-

res fotovoltaicos. La decisión, por ejemplo, tiene una estrecha relación con los efectos de los pares, es decir, lo que los vecinos u otras empresas consideran o han hecho frente a la tecnología.

Por su parte, la financiación de los proyectos ESFV puede darse por alquiler, compra directa o PPA – Power Purchase Agreement, el cual es un contrato establecido entre dos partes para conciliar un precio estable por kWh durante un periodo de tiempo establecido.

China lidera actualmente el mercado energético solar fotovoltaico en términos de producción y consumo. En la investigación realizada por Jia, Sun, y Koh (2016) se determina la importancia de la cadena de suministros para que China se convirtiera en potencia mundial en dicha tecnología desde los últimos 10 años a la fecha.

El rol del gobierno chino ha impactado de forma positiva con sus políticas, las cuales influyen en la alta participación de empresas en toda la cadena de valor de la industria solar fotovoltaica del país y que soportan sus estrategias en el subsidio a la producción y subsidio al consumo.

El gobierno chino ha implantado desde el 2009 dos políticas principales que ligán su rápida evolución en esta tecnología, la primera es el subsidio de proyectos solares fotovoltaicos respecto a la capacidad instalada o inversión inicial y la segunda después del año 2013, la cual hace relación a los subsidios por la generación de energía distribuida con su actor principal, el modelo FIT.

El aprendizaje-haciendo, aprendizaje-operando y el aprendizaje-implementando son estrategias que se proponen en la investigación de Zou et al., (2017) donde la investigación y desarrollo y las alianzas estratégicas de empresas del sector eléctrico son clave para aprovechar el desarrollo desbordante de la industria solar fotovoltaica en el país.

Liu, Sun, y Kaloustian (2015) por su parte manifiesta en su investigación que los factores culturales son claves para impulsar estrategias en el desarrollo de la tecnología fotovoltaica en Chi-

na. El estudio realizado implementó la clasificación de Hofstede, donde se tienen en cuenta las variables Distancia de Poder, Individualismo, Masculinidad, Evitación de la Incertidumbre, Pragmatismo e Indulgencia.

Los resultados de dicha investigación concluyen en un futuro prometedor para China en la implantación de la tecnología solar en años venideros.

En otros países como Tailandia, existen unas barreras a nivel tecnológico que hacen que la brecha en el avance sea notoria. A pesar de que se cuenta con manufactura, no es competitiva respecto a los líderes mundiales dado que el mercado tiene mayor preferencia con la importación de esta tecnología, lo que retrasa la evolución de la industria doméstica.

Las barreras de tipo económico como el alto costo de la tecnología en un país como Tailandia pueden impactar de forma negativa, incluso teniendo un punto de equilibrio en estos proyectos entre 7 y 9 años, lo que es un tiempo corto.

Por último, las barreras sociales como la conciencia de encontrar una alternativa a futuro que brinde seguridad energética en el largo plazo aún no se refleja en la población y el gobierno apenas invita al racionamiento de la energía en épocas difíciles (Chaianong y Pharino, 2015). De esta investigación se proponen unas estrategias a todo nivel incluyendo al gobierno y los sectores público y privado.

La ESFV lidero el camino de generación de energía que se dio en el año 2016 y en algunos mercados es muy competitiva en términos de costo. Para el caso de países latinoamericanos, se destaca la participación de Honduras, que a finales de 2016 se encontró con una capacidad de energía solar fotovoltaica del 9.8% para suplir la demanda interna, incluso por encima de países como Italia, Grecia y Alemania.

En términos de instalación, Chile se posiciono como el primer país latinoamericano y decimo a nivel mundial en capacidad nueva instalada. A finales del 2016 Chile obtuvo una capacidad de 1.6 GW, seguido de México con 0.3 GW.

Un país como Argentina realizo su primera licitación durante el 2016, mientras que en Brasil la única subasta que se tenía planeada fue cancelada. Uno de los mayores retos que tiene Latinoamérica es superar las barreras administrativas, financieras y acceso a la red (REN21, 2017).

Por su lado, en Colombia se inauguró la primera granja solar del país, con una capacidad de 9.8 MW, dando esto un impulso notable para la construcción de otras más en el territorio nacional.

2.1.1. Sector energético

El sector eléctrico colombiano está encabezado por el Ministerio de Minas y Energía (MME) y a su vez dividido a nivel estatal en organizaciones como sigue:

Regulación: Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

Planeación: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE).

Vigilancia y Control: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

La operación del mercadeo de energía mayorista y del sistema interconectado nacional está a cargo de XM Compañía de Expertos en Mercados.

Los agentes de la cadena de valor del sector energético son la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización.

2.1.2. Energías renovables

Las energías renovables son las que se aprovechan de las fuentes naturales y que constituyen una fuente inagotable de energía, además de ser respetuosas con el medio ambiente (Ortega co-

mo se citó en (Ladino Peralta, 2011)) y algunos ejemplos de esta son la biomasa, hidroeléctrica, solar térmica y fotovoltaica, entre otras.

Al ritmo actual de crecimiento se estima que para el 2050 el crecimiento de energías renovables como la geotérmica, eólica y mareomotriz incremente 160 veces, es decir que crecerá a un ritmo anual del 11%. Para el caso de la energía solar esta tendrá un ritmo más acelerado y será del 20% (SENA, 2013).

De acuerdo a Badii, Guillen, y Abreu (2016) La mayoría de energía renovable que se dispone en el planeta proviene del sol directa o indirectamente. También cuenta con unas características que son relevantes frente al uso de energías no renovables tales como:

- Beneficios ambientales
- Sustentabilidad de uso
- Empleo y economía
- Seguridad energética

2.1.3. Variables principales del sector

Para que una industria específica de un macro sector pueda ser competitiva, debe ser medible respecto a sus similares por medio de variables para poder evaluar su competitividad frente a los demás actores. El caso de la energía renovable solar fotovoltaica dentro del macro sector energético puede ser medida con variables tales como el precio del KWh, la cantidad de emisiones de CO₂, la vida útil del sistema, disponibilidad del recurso y las políticas públicas.

2.1.4. Estudios de mercado

Autores como E. Cantillo Guerrero y Daza Escorcía (2012) han realizado análisis para el sector solar fotovoltaico en el mercado eléctrico del caribe colombiano. Este análisis, evalúa las características y viabilidad de algunas ciudades colombianas costeras para la implementación de sistemas energéticos fotovoltaicos sacando provecho de su alta radiación solar.

En este estudio de mercado, se caracterizan los factores que tiene en cuenta la demanda de la región y la cual hace referencia a tres de ellos como prestigio y experiencia del país fabricante de la tecnología, la calidad de los equipos y el precio.

En un trabajo previo E. F. Cantillo Guerrero y Conde Danies (2011), para la misma región colombiana, se identifica un creciente desarrollo empresarial que conlleva a un mayor consumo de recursos afectando el medio ambiente y así mismo las empresas se ven comprometidas a mejorar sus programas de responsabilidad social.

El plan de marketing formulado en este segundo estudio tuvo en cuenta 4 variables críticas para la creación de estrategias competitivas, las cuales son la Comunicación, Producto, Canales y Precio.

2.1.5. Industria solar fotovoltaica

El sector energético se compone de varias industrias dependiendo de la actividad en que se desenvuelven sus actividades principales y cuál es su fuente de energía.

La energía solar fotovoltaica se define como la energía producida por reacciones nucleares al interior del sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio (radiación solar). (Cartilla Fuentes No Convencionales de Energía, UPME, 2010 como se citó en (Benavides, 2011)).

Explicado esto, se requiere de paneles solares que aprovechen esta radiación solar y la con-

viertan en energía eléctrica para consumo de cualquier índole, residencial o comercial.

Actualmente, se tienen unos costos elevados de instalación para este tipo de tecnología, lo que convierte a la industria poco competitiva, sin embargo los gobiernos nacionales han trabajado en políticas públicas que beneficien y propicien la implementación de dichos sistemas.

Un reflejo de esto es el incremento anual en la instalación de sistemas desde 2.7 GW en 2007 a 37.6 GW en 2013, adicional a la optimización en la fabricación de paneles solares y sus componentes lo que se traduce en una reducción de costos al cliente final (Jia et al., 2016).

2.1.6. Participación

La industria solar fotovoltaica hace parte del grupo de energías renovables que se prevé impulsar en los próximos años. El consumo mundial de este tipo de energía dentro del marco global de energías es muy bajo. De acuerdo a Prat Viñas (2012) este porcentaje se encuentra en un 0.04% a pesar de que en los últimos 40 años el consumo energético se ha triplicado siendo el petróleo el principal recurso energético.

Por otro lado, la potencialidad del recurso solar es la mayor frente a las demás opciones energéticas. La radiación solar en nuestro país dada su ubicación es muy buena ya que se encuentra sobre la línea ecuatorial del globo terráqueo.

La mayor participación en este tipo de tecnologías se desarrolla en Europa, Japón y USA. El crecimiento de producción de equipos para esta tecnología ha crecido de forma exponencial lo que propicia una reducción en su costo.

2.1.7. Tecnologías

Un sistema solar fotovoltaico cuenta con 4 elementos principales los cuales son el panel solar, el inversor, el regulador y las baterías.

El panel solar es un elemento a base silicio, el cual es un elemento químico de gran abundancia en la tierra. Esto lo convierte en un recurso casi inagotable al ser extraído de la arena (SolarWorld, 2012).

A partir del silicio se construye por medio de calentamiento y posterior cristalización las láminas solares que son la base para la construcción de las celdas solares. Las celdas solares en conjunto conforman un panel solar.

El inversor es el elemento electrónico que convierte la corriente directa a corriente alterna, la cual es la forma más común de energizar los electrodomésticos, máquinas y aparatos electrónicos.

El regulador de carga es un dispositivo que regula el uso de los acumuladores de energía o baterías, es decir que alterna el uso entre la energía proporcionada directamente por los paneles o por el banco de baterías para evitar un desgaste más rápido de estas.

Por último, las baterías son elementos que almacenan la energía de tal forma que sirven de respaldo energético cuando la fuente primaria está ausente o no puede proporcionar plenamente la energía a la carga conectada.

Un sistema solar fotovoltaico puede ser implementado de dos formas, puede ser aislado (off grid) o directamente conectado a la red (on grid). Cada aplicación requiere un estudio previo de las necesidades, ya que un sistema aislado proporciona un respaldo de energía al 100%, mientras que el conectado a la red implica un aporte parcial al consumo energético total del sitio y por lo tanto es más económico que el primero.

2.1.8. Implementación

A pesar de que se tiene un crecimiento lento, se han llevado a cabo algunos proyectos donde se involucre la tecnología solar fotovoltaica en Colombia. Universidades como la Universidad

Autónoma de Occidente en Cali y la Universidad Pontificia Bolivariana en Medellín tienen implementado proyectos en sus campus donde se puede apreciar el funcionamiento de dicha tecnología y su integración a la red eléctrica.

A nivel comercial la empresa EPSA ofrece dentro de su portafolio energía solar fotovoltaica residencial, esta es una alternativa innovadora para las empresas prestadoras del servicio público.

Según Rodríguez Murcia (2008) la implementación de la tecnología solar fotovoltaica en las zonas rurales de Colombia se dio principalmente en el sector de las telecomunicaciones, donde en la actualidad cumplen un rol importante en el desarrollo de las mismas, también se instalaron paneles solares para dar cubrimiento en electrificación a las zonas no interconectadas (ZNI) y existen otras aplicaciones para energizar sistemas de medición autónomos como los meteorológicos y ambientales para entidades tan importantes como el IDEAM, Corporaciones Autónomas Regionales y algunas otras de índole departamental y local.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Generación de electricidad, uso y economía

La generación de energía se clasifica según su fuente. Puede ser a partir de fuentes convencionales y fuentes renovables. La demanda energética a nivel mundial está cubierta en gran parte de fuentes convencionales como la hidroeléctrica y la térmica, sin embargo las energías renovables han venido desempeñando un importante papel en los últimos años con crecimientos exponenciales y esto las ha convertido en un punto de atención dentro de la canasta energética.

Desde hace más de un siglo la humanidad ha venido proporcionándose de electricidad a partir de fuentes convencionales de energía. Por lo general, se catalogan a las fuentes convencionales

de energía como las que provienen de recursos limitados. Esto quiere decir que la generación eléctrica a partir de plantas térmicas y nucleares hacen parte de esta familia.

La térmica, genera electricidad a partir de la combustión de productos fósiles como el carbón o derivados de petróleo mientras que la nuclear hace uso del uranio, un elemento finito en la tierra.

La energía hidroeléctrica, por su lado, a pesar de que proviene de una fuente renovable como el agua se clasifica como convencional dada su masificación, alto uso a nivel mundial.

La alta generación centralizada hacen que estas tecnologías sean las predominantes incluyendo el avance en la forma de transportar energía a grandes distancias.

Las energías renovables, son las originadas por fuentes inagotables de energía o con una rápida capacidad de recuperación, más alta que el nivel de consumo. Ejemplos de estas son la solar directa, indirecta, calor de la tierra y atracción gravitacional.

Estas fuentes renovables tienen alta capacidad de generación pero con algunos limitantes, como por ejemplo estar restringidas a un sitio en su generación, la incertidumbre de la capacidad de generación según la hora del día y el transporte energético, dado que si no hay interconexión a la red eléctrica deben ser consumida en sitio.

Ahora, el costo de inversión de las tecnologías renovables es alto en algunos casos y la hace poco llamativa a los inversores. Sin embargo si se consideran aspectos externos dentro del cálculo real de generación energética unitaria respecto a otras tecnologías puede llegar a ser más competitiva respecto a las convencionales (Garcia et al., 2013).

Existen algunas herramientas para el análisis económico de proyectos energéticos, como el Análisis Costo Beneficio (ACB), que pone en manifiesto intereses sociales o privados frente a unos elementos de estudio como Costo, Impactos, Horizonte de Tiempo, entre otros.

Por otro lado, el costo nivelado de energía (LCOE) es un indicador que nos permite comparar los costos unitarios de distintas tecnologías de generación energética haciendo un balance entre lo que cuesta generar energéticamente durante la vida del proyecto y lo que se espera genera en la misma.

Las Externalidades, son impactos de la generación energética que no son trasladados al precio final de la energía, es decir que no tienen un impacto financiero pero que si son evaluados y comparados entre las diversas propuestas de fuentes convencionales y fuentes renovables, estas últimas estarían ganando competitividad en el mercado energético.

Externalidades como la salud, cambio climático y biodiversidad no se tienen en cuenta al momento de evaluar costos en la generación eléctrica, lo que deja de lado un importante punto de evaluación a la hora de comparar tecnologías.

2.2.2. Estrategia

La estrategia a través de los años ha tenido una evolución y su aplicación a nivel directivo viene dada por la percepción de importancia que el ejecutivo tenga sobre ella.

La misma, tiene un origen etimológico dado por los vocablos griegos stratos y ágein que son sinónimos de ejército y conductor respectivamente. Por lo tanto, se puede definir al estratega como el conductor de su ejército. (Betancourt Guerrero, 2014a).

A nivel empresa, en los años 60 un grupo de académicos de la Harvard Business School preocupados por los problemas que afectaban la alta dirección entregan en su trabajo un planteamiento de la estrategia bajo el dominio de la empresa así:

“La estrategia es el patrón de objetivos, propósitos o fines y grandes políticas y planes para alcanzar esos objetivos, formulados de tal forma que la empresa defina en que negocios esta o

quiere estar y el tipo de empresa que desea ser” (Learned et al como se citó en (Betancourt Guerrero, 2014a)) (p. 229).

Algunos autores como Montgomery (2012) realizan la conexión entre estrategia y liderazgo, lo que la convierte en una herramienta indispensable en las escuelas de negocios a pesar de que dicha conexión no siempre esté presente en la dirección contemporánea. Sus puntos clave de análisis son el dominio en el cual compite una organización, la forma en que compite en el mercado y cuáles son sus metas u objetivos.

La estrategia corporativa no debe ser vista como un ejercicio único, ya que la misma va moldeándose con el paso del tiempo y a medida que cambia el entorno. No es un destino ni una solución, requiere de un liderazgo continuo, no irregular.

Por esta razón, la estrategia es parte de las responsabilidades de los líderes actuales en medida que el proceso se evalúa de manera continua, las decisiones vienen dadas por el estratega después de una identificación y evaluación de las oportunidades (Montgomery, 2012).

Esta misma autora, presenta en su libro una herramienta interesante que se ha manejado desde hace mucho tiempo y es conocida como la rueda de la estrategia. Con este recurso, se puede maximizar un propósito organizacional a través de un sistema de valor definido. Alrededor del propósito se establecen recursos que a su vez se despliegan en actividades y permiten cumplir con lo establecido.

Autores como Ansoff (1987) definen la estrategia como el operador que lleva a una empresa a ubicarse donde están establecidos los objetivos, siendo así un actor de transformación manteniendo las restricciones de recursos y capacidad.

Por su lado Chandler (2003) sostiene que la estrategia viene determinada por los objetivos de largo plazo alineados por los cursos de acción para lograrlos y la asignación de recursos neces-

ria, mientras que M.E. Porter (1991) la considera como el análisis que deben realizar las organizaciones para establecer el tipo de industria en la que incursionaran y cuáles son los planes de acción efectivos para sostenerse y crecer en el tiempo siendo diferentes dentro del sector.

A partir de estas definiciones, es importante reconocer el valor que tiene la planeación estratégica, tal como lo plantea Steiner (1985) entregando una lista de beneficios como

- Alta dirección pueda cumplir sus funciones eficientemente.
- Exige a la alta dirección la formulación de preguntas clave.
- Simulación del futuro y toma de decisiones en base a esto.
- Sistematización, entiende a la organización como un todo.
- Estimula el desarrollo de metas apropiadas.
- Estructura la toma de decisiones, permite que directivos de distintos niveles se empoderen.
- Medición del desempeño de las organizaciones.
- Trata asuntos clave y establece prioridades de cómo resolverlos.
- Canales de comunicación adecuados.
- Oportunidad de integración del talento humano de la empresa generando motivación con su participación en el proceso.

Finalmente, estableciendo crítica al sistema de planeación formal para la toma de decisiones y generación de estrategias, Mintzberg (1973) describe la estrategia como el resultado de un proceso que depende de tres modos distintos según el caso.

El Modo Emprendedor, caracterizado por la búsqueda continua de oportunidades, el Modo Adaptativo donde la lucha y el cambio constante se determina por el desenvolvimiento del en-

torno y finalmente el Modo Planeador que representa la revisión de información de forma sistemática que genera un análisis de situación.

2.2.3. Competitividad

La capacidad que tienen las organizaciones para crear y mantener una posición estratégica en el mercado, agregando valor al cliente final y generando una rentabilidad se conoce como competitividad.

Ahora, una estrategia competitiva es el modelo que se crea a partir de un análisis profundo del entorno y las fuerzas del mismo. Este, conocido como el método clásico de formular estrategia viene dado por la revisión de cómo una empresa va a competir, cuáles serán sus metas y que políticas requerirá para alcanzarlas. (Michael E. Porter, 1982).

La cadena de valor de M.E. Porter (1991) identifica los procesos clave y de soporte en las organizaciones, las cuales determinan la forma en como el cliente final adquiere un valor agregado en los servicios o productos. Dichos procesos clave deben estar en conexión con la estrategia genérica de la organización, de lo contrario se convierte en un factor que interrumpe el flujo estratégico.

Las cinco fuerzas competitivas de Michael E. Porter (1982) es un modelo que permite el conocer una industria en términos de productos sustitutos, compradores, proveedores, rivalidad actual y potencial. Según Porter, existen 3 estrategias competitivas genéricas de las cuales se desenvuelven estrategias puras o mixtas dependiendo del negocio, entorno y mercado. Estas estrategias son Liderazgo global en costos, Diferenciación y Enfoque o concentración.

El estudio de las industrias a través del diamante competitivo de M.E. Porter (1991) permite identificar la posición competitiva de las mismas, en la que hacen parte del análisis los factores clave, la demanda, la estructura misma del sector donde se desenvuelve la unidad de análisis y la

industria de apoyo. Influencias del azar y del gobierno también son considerados puesto que pueden impulsar o no la competitividad.

2.2.4. Análisis y diagnóstico del entorno

El entorno es todo lo que rodea a un ente, llámese organización, persona, sector o región. En el caso administrativo, este entorno impacta en las organizaciones de tal manera que las grandes posibilidades de supervivencia de las mismas dependen de que tan bien puedan interpretar sus ejecutivos el entorno.

Analizar el entorno es un examen detallado de lo que ocurre alrededor, se trata de conocer e interpretar el comportamiento de las variables más importantes. Para el ejercicio del análisis del entorno es indispensable la segregación o división del mismo. Entorno tecnológico, legal, económico, político, cultural y social son unos de los más relevantes al análisis.

Los sectores industriales a su vez, son el centro de un entorno mayor. Cualquier cambio en el ambiente puede impactar positiva o negativamente el desarrollo de la industria. Desde la perspectiva del enfoque sistémico, se describe al entorno como aquel que rodea al sistema. (Betancourt Guerrero, 2014b).

2.2.5. Percepciones

De acuerdo a Kwan (2012) las percepciones de la aplicación de tecnología solar fotovoltaica varía de acuerdo a múltiples aspectos; sociales, económicos, políticos y ambientales. Entre los aspectos sociales se destacan la edad, el nivel de estudios y el grupo étnico. La edad por ejemplo, es inversamente proporcional a la implementación de nuevas tecnologías energéticas.

Los gobiernos nacionales adquieren completa relevancia en la percepción que se tenga sobre la implementación de esta tecnología, tal como se describió arriba en el apartado de regulación,

cuando existen beneficios tributarios más allá de los ambientales las corporaciones o personas particulares se involucran en mayor proporción.

A nivel global, existe una percepción positiva frente al uso de energías limpias, a raíz de esto los países han participado en diversas cumbres, conferencias y tratados como COP21, REN21 y Protocolo de Tokyo, donde se planifican, se evalúan, se adquieren y se les realiza seguimiento a los compromisos adquiridos en el mediano y largo plazo para minimizar el impacto ambiental del consumo energético tal como se vive en la actualidad y potencializar el uso de energías alternativas renovables.

La implementación de proyectos solares, debe ser medible no solo desde los beneficios ambientales que traen al planeta sino que debe considerarse el componente social. Para ello es necesario evaluar más a fondo su impacto en la sociedad involucrada de acuerdo a la localidad donde se piense llevar a cabo proyectos. La aceptación general del uso de dicha energía no es suficiente para establecer una aceptación completa de la sociedad.

Entre las consideraciones que se toman en cuenta en Michel, Buchecker, y Backhaus (2015) a través de cuestionarios a diversos grupos de interés usando escala Liker se encuentran si los sistemas solares fotovoltaicos son apropiados, si mejoran el entorno, si son atractivos, si enriquecen la vista, si agrega algún significado al sitio y si son útiles. Estas consideraciones pueden variar de acuerdo a la región encuestada.

2.3. MARCO LEGAL

El marco normativo para las energías renovables en Colombia, está determinado por la Ley 1715 de 2014 donde se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sis-

tema energético nacional. Además, dentro de esta se enmarcan 4 componentes ya reglamentados entre el 2015 y 2016 los cuales son:

- Resolución UPME 143 de 2016
- Resolución UPME 045 de 2016
- Resolución UPME 0281 de 2015
- Decreto MME 2143 de 2015

El avance en esta normatividad abre las puertas para que se propongan proyectos con algunos beneficios de ley en términos tributarios y según el comunicado de prensa 005-2016 de la UPME, la entidad ya avaló el primer proyecto del país con dichos beneficios ubicado en Buga (Valle del Cauca).

Es importante mencionar el trasfondo ambiental que se debe reconocer dentro del licenciamiento, dado que a 2015, en el país se había logrado solamente reglamentar la generación eléctrica de fuentes termoeléctricas e hidroeléctricas, pero aún no estaba claro el tema frente a las fuentes no convencionales como lo sería la energía solar fotovoltaica y esto dado que aún no existen términos de referencia (UPME, 2015a).

Respecto al beneficio ambiental y social, se tiene que cualquier proyecto que requiera aplicar a un licenciamiento y este dentro de los especificados en el Decreto 2041 de 2014, debe presentar de entrada el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) ante la autoridad competente y anexando el costo estimado de inversión para la mitigación de impactos.

A partir del EIA se genera un Plan de Manejo Ambiental (PMA) donde se especifican los recursos de la operación y financiación van destinados a la mitigación de impactos ambientales y sociales. Este PMA para fuentes no convencionales de energía renovables puede llegar a ser 20

veces más económico que para una fuente térmica o 10 veces menos costoso que una fuente hidroeléctrica (UPME, 2015a).

La ley 1715 de 2014 dispone en si unos instrumentos que tiene que ver con disposiciones ambientales, los cuales van desde la definición de parámetros y criterios ambientales a ser cumplidos por proyectos con fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) hasta la definición del ciclo de evaluación rápido para dichos proyectos.

Las autoridades encargadas de dichos elementos son el ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) y el MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). Se debe trabajar aun en el desarrollo normativo que en parte ha sido abordado por el decreto 2014 de 2014 del MADS.

2.4. MARCO CONTEXTUAL

El sector energético en el Valle del Cauca está constituido por agentes de energía como EP-SA, EMCALI y CETSA. A su vez, estos se encuentran vinculados con el Clúster de energía del suroccidente colombiano al lado de importantes instituciones de educación superior como la Universidad del Valle, Universidad Autónoma, SENA y la Universidad del Cauca.

El clúster tiene aliado estratégicos como los ingenios Providencia e Incauca, ASOCAÑA, la Cámara de Comercio de Cali, la Alcaldía de Cali, la Gobernación del Valle, el Programa de Fomento y Fortalecimiento de Clúster (PFFC), la asociación colombiana de ingenieros ACIEM, proveedores de bienes y servicios eléctricos y centros de desarrollo tecnológicos como el TECNNA.

Ahora, en relación a la energía solar fotovoltaica, en la región existen empresas integradoras como Tecmac, Aprotec, ENECO, SOLAR, GAIA y Greendipity quienes comercializan productos, asesoran, diseñan e integran soluciones de energía solar fotovoltaica.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) entrará a valorar las diferentes tecnologías que existen actualmente en el mercado de paneles fotovoltaicos, para establecer cuáles son las que más se adaptan a las regiones colombianas, según sus condiciones meteorológicas y de radiación solar e igualmente comenzará a ofrecer un programa de formación sobre sistemas de energía solar (Portafolio, 2014).

Cali fue sede en el 2015 del Solar Decathlon Solar, un evento que se llevó a cabo en la Universidad del Valle Sede Meléndez, con la participación de múltiples grupos estudiantiles nacionales e internacionales donde se presentaron los beneficios de las energías renovables, entre ellas la energía solar fotovoltaica con el apoyo de distintas empresas.

3. ANALISIS Y RESULTADOS

3.1. ANALISIS DEL ENTORNO Y SECTORIAL

3.1.1. Análisis del entorno

3.1.1.1. Rasgos generales del contexto

Es de vital importancia que las organizaciones o industrias como en este caso, realicen el análisis del entorno y sectorial en el cual están trabajando pues es importante saber que ocurre alrededor suyo.

Se presentará en primera instancia la información recabada del entorno seleccionado sobre el cual se hará el análisis y se establecerán algunas variables que afectarán el subsector en mayor o menor medida.

Es importante en el análisis la selección de las fuentes correctas de información, para se ha recurrido a información gubernamental en la mayoría de los casos, como el DANE, el Ministerio del Interior, entidades territoriales, universidades, entre otros y por tratarse de un tema tecnológico han sido importante las fuentes científicas y técnicas de abanderados de esta tecnología al igual que la consulta a iniciativas similares en países como España y Chile sobre todo donde esta tecnología se ha implementado y hay legislación sobre la ESFV.

El análisis del entorno y sectorial es un requisito de cualquier empresario responsable en el momento de hacer un emprendimiento. Es de vital importancia que el empresario pueda prever los posibles problemas que se puedan presentar en una organización o en torno a una industria.

El análisis permitirá hacer un mapeo y plantear estrategias de entrada en el entorno y cómo se podrá desenvolver la industria de la energía solar fotovoltaica en el sector y con los actores del

mismo.

Se podría afirmar que el análisis del entorno y sectorial es una herramienta fundamental en la prospectiva que se pueda hacer de un subsector, tratando de mirar el futuro desde un presente sólido basado en datos y fuentes comprobadas.

Aunque el alcance de la tecnología tiene un nivel mundial, para el estudio del entorno se focalizo en el Valle del Cauca. A continuación se presentan los rasgos generales del contexto donde se hará la investigación en relación a la tecnología.

Historia

La creación del Valle del Cauca, se debe a un ciudadano bugueño, filántropo, y humanitario medico Ignacio Palau Valenzuela, escritor y periodista, nacido el 25 de marzo de 1850, hijo de Don Francisco Antonio Palau, cartagüeño y Doña Susana Valenzuela, bugueña.

Fue él, en el año de 1907 quien mediante cartas personales empezó a gestar y promover la creación del nuevo departamento, pero como éste pertenecía al estado del Departamento del Cauca, que se extendía desde Popayán, hasta Cartago, fue catalogado como perturbador del orden y antipatriota, por el entonces dictador General Rafael Reyes presidente de la república.

El Doctor Palau, fue sometido a la más rigurosa vigilancia y persecución por parte del gobierno de la dictadura de Reyes y de sus esbirros, al extremo de decretarse en confinamiento a Mocoa, que gracias a Monseñor Manuel Antonio Arboleda, le fue cambiado a Popayán.

Para el mismo año de 1907, el Dr Palau publica un artículo en el periódico El Correo del Cauca el 6 de Noviembre explicando y defendiendo su tesis, pero el dictador Rafael Reyes decreta censura a su periódico quedando en claro la persecución a la libre expresión.

El Doctor Palau fundamenta su idea en los artículos 5 y 45 de la Constitución Nacional de 1886, pues el Valle del Cauca reunía los requisitos establecidos por la constitución para ser un nuevo departamento y el mal uso que hacía Popayán de los recursos de toda la provincia.

División de Colombia

El Decreto 916 del 31 de Agosto de 1908, basado el Ley 1 de agosto 5 del mismo año, divide el territorio nacional en 46 departamentos, entre los cuales contaron a Cali, Buga y Cartago como tales. Posteriormente se expide la Ley 65 del 14 de Diciembre de 1909, que establecía que desde el 1 de Abril de 1910, se restablecía la división territorial anterior.

En virtud de esta ley el Valle volvía a pertenecer al antiguo Estado Soberano del Cauca, o Cauca Grande, pero los vallecaucanos residentes en Bogotá iniciaron de inmediato gestiones para la creación del nuevo departamento.

Al comprobarse el número de habitantes del Valle del Cauca y que su sección reunía los requisitos exigidos por la constitución del momento para ser Departamento, y al darse cuenta el gobierno nacional de la necesidad de su creación, fue organizado el Departamento del Valle del Cauca.

Así que, por el decreto No 340 de 16 de abril de 1910 se dividió el territorio del país en trece departamentos, y se reunieron los antiguos departamentos de Cartago, Buga, y Cali para formar uno solo, con el nombre de Departamento del Valle del Cauca y en el mismo decreto se eligió como capital a Cali.

Ubicación, extensión y límites del Valle del Cauca

El departamento del Valle del Cauca está situado al suroccidente del país, formando parte de

las regiones andina y pacífica; localizado entre los 05°02'08'' y 03°04'02'' de latitud norte y a los 72°42'27'' y 74°27'13'' de longitud oeste.

Cuenta con una superficie de 22140 km² lo que representa el 1.9 % del territorio nacional. Limita por el norte con los departamentos de Chocó y Risaralda; por el este con los departamentos del Quindío y Tolima, por el sur con el departamento del Cauca y por el oeste con el océano Pacífico y el departamento del Chocó.

División administrativa del Valle del Cauca

El departamento Valle del Cauca está dividido en 42 municipios, 88 corregimientos, 531 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados.

Los municipios están agrupados en 41 círculos notariales, con un total de 69 notarías, un círculo principal de registro con sede en Cali y 7 oficinas seccionales de registro con sede en Buenaventura, Buga, Cartago, Palmira, Roldanillo, Sevilla y Tuluá; 2 distritos judiciales, Cali y Buga; al primero le corresponden los circuitos judiciales de Cali, Palmira y Buenaventura; al segundo los de Buga, Cartago, Roldanillo, Tuluá y Sevilla.

El departamento conforma la circunscripción electoral del Valle del Cauca.

MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE VALLE DEL CAUCA

Cali	Alcalá	Andalucía	Ansermanuevo
Argelia	Bolívar	Buenaventura	Buga
Bugalagrande	Caicedonia	Calima (Darien)	Candelaria
Cartago	Dagua	El Aguila	El Cairo
El Cerrito	El Dovio	Florida	Ginebra
Guacari	Jamundí	La Cumbre	La Unión
La Victoria	Obando	Palmira	Pradera
Restrepo	Riofrío	Roldanillo	San Pedro
Sevilla	Toro	Trujillo	Tulúa
Ulloa	Versalles	Vijes	Yotoco
Yumbo	Zarzal		

Figura 1. Municipios del departamento del Valle del Cauca. Fuente: DANE

Fisiografía del departamento del Valle del Cauca

El territorio del departamento de Valle del Cauca está constituido por cuatro unidades fisiográficas, denominadas la llanura del Pacífico, la cordillera Occidental, el valle del río Cauca y el flanco occidental de la cordillera Central.

En la llanura del Pacífico se distingue una faja costera o andén aluvial que varía entre un kilómetro y 50 metros de ancho, cubierta de mangle y cruzada por un laberinto de esteros, caños y bocanas que originan los ríos que desembocan en el océano Pacífico; algunos forman deltas como el San Juan con varias bocas e islas.

Los accidentes costeros son numerosos, entre ellos se encuentran el golfo Tortugas, las ensenadas de El tigre, Guineo, las puntas Soldado y Bazán, que encierran la ciénaga de Buenaventura, la más importante del litoral pacífico colombiano. Después de esta faja litoral comienza la llanura selvática, que se extiende hasta las estribaciones cordilleranas.

La cordillera Occidental se extiende por el departamento en dirección sureste–norte desde los cerros Naya (2500 msnm) hasta el cerro Tatamá (3950 msnm). Los principales accidentes orográficos son Los Farallones de Cali, con alturas hasta de 4200 m; la serranía de Los Paraguas, las cuchillas Aguacatal, Buenos Aires, Calima, Garrapatos y Dapa.

En ésta, se distingue la vertiente del Pacífico y la del Valle del Cauca; la primera conformada por rocas de origen metamórfico de suelos superficiales limitados por rocas, bosque heterogéneo y relieve abrupto; la segunda sobre rocas volcánicas del cretáceo, de suelos profundos y bien drenados, con agricultura y ganadería establecidas.

El valle del río Cauca es una planicie originada por una depresión tectónica interandina, que en el departamento tiene aproximadamente 200 km de largo por 15 km de ancho en promedio, alcanzan en su parte más ancha hasta 50 km; este valle está formado por depósitos de origen aluvial del cuaternario o con suelos profundos y superficies de alta fertilidad. El área oriental del valle es más ancha que la occidental, donde se forman abanicos largos y de poca pendiente.

La vertiente occidental de la cordillera Central comprende la vertiente del valle del río Cauca y el macizo central o área de páramos, área de bosque en relieves escarpados y corresponde en mayor extensión al cinturón cafetero; en el macizo central y en el límite con el departamento del Tolima sobresalen los páramos de Chinche, Las Hermosas, Miraflores y Barragán.

Hidrografía del departamento del Valle del Cauca

La red hidrográfica del Valle del cauca se compone de numerosas corrientes conformadas en dos vertientes, la del Pacífico y la del Magdalena, a través del río Cauca. Entre los ríos de la primera están el Naya, Yurumanquí, Anchicayá, Dagua, Casambre, Calima, Dovio, Vuelos y Garrapatos.

En el río Cauca desembocan, entre los más importantes, el Desbaratado, Frailes, Nima, Amaime, Zabaletas, Sonso, Tuluá, Bugalagrande, Guadalajara, La Vieja, Timba y Cali.

Clima del departamento del Valle del Cauca

El clima del Departamento de Valle del Cauca es muy variado, debido principalmente a factores como la latitud, altitud, orientación de los relieves montañosos, los vientos, etc. La llanura del Pacífico es muy húmeda; registra precipitaciones hasta de 5000 mm anuales y presenta un régimen pluviométrico monomodal, en el cual la época de mayores lluvias se presenta en el segundo semestre del año; las lluvias aumentan en el litoral hacia la cordillera y las temperaturas superan los 24°C en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm.

El área plana del Valle del Cauca tiene un régimen pluviométrico bimodal y presenta dos períodos de mayores lluvias, el primero de marzo a mayo, y el segundo de septiembre a noviembre; en julio y agosto, los registros anuales son inferiores a los 1500 mm; el área montañosa de ladera tiene períodos más amplios y de mayores lluvias que van de marzo a junio y de septiembre a diciembre.

En las áreas frías y de páramo las lluvias son ligeramente superiores a los 1500 mm; por encima de los 3500 msnm disminuyen hasta alrededor de 1000 mm. Sus tierras están comprendidas en los pisos térmicos, cálido 47%, templado 34%, frío 14% y el piso térmico de páramo, 5%.

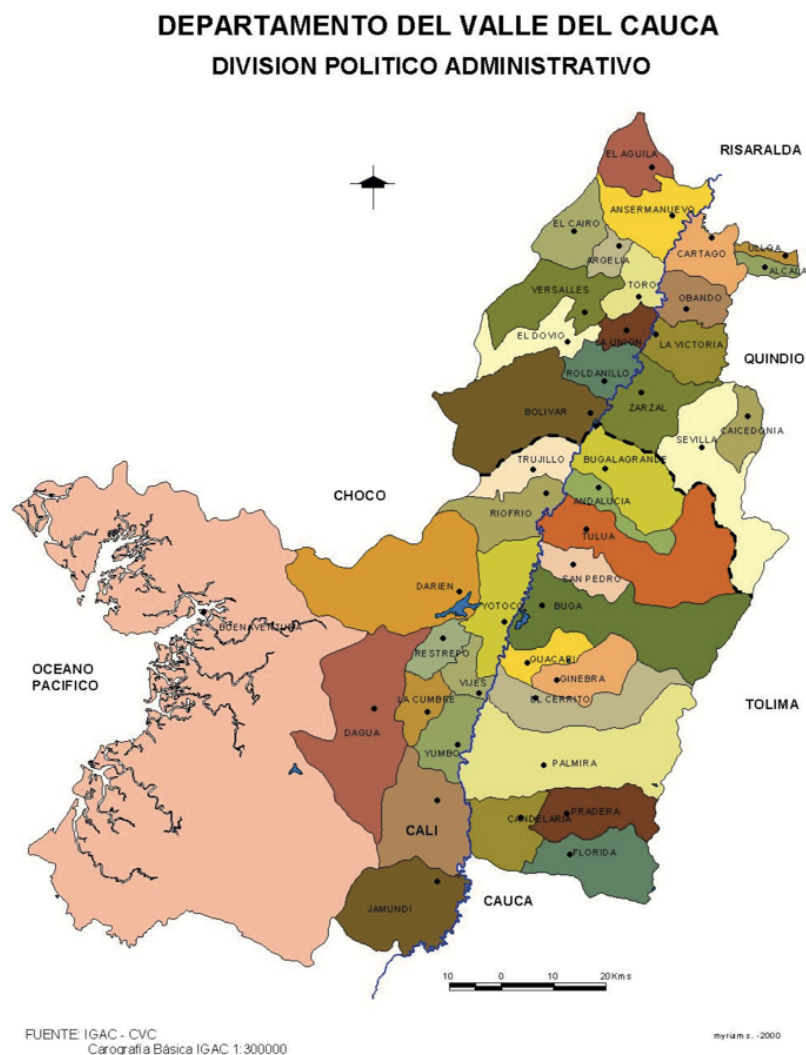


Figura 2. División político administrativa del Valle del Cauca. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

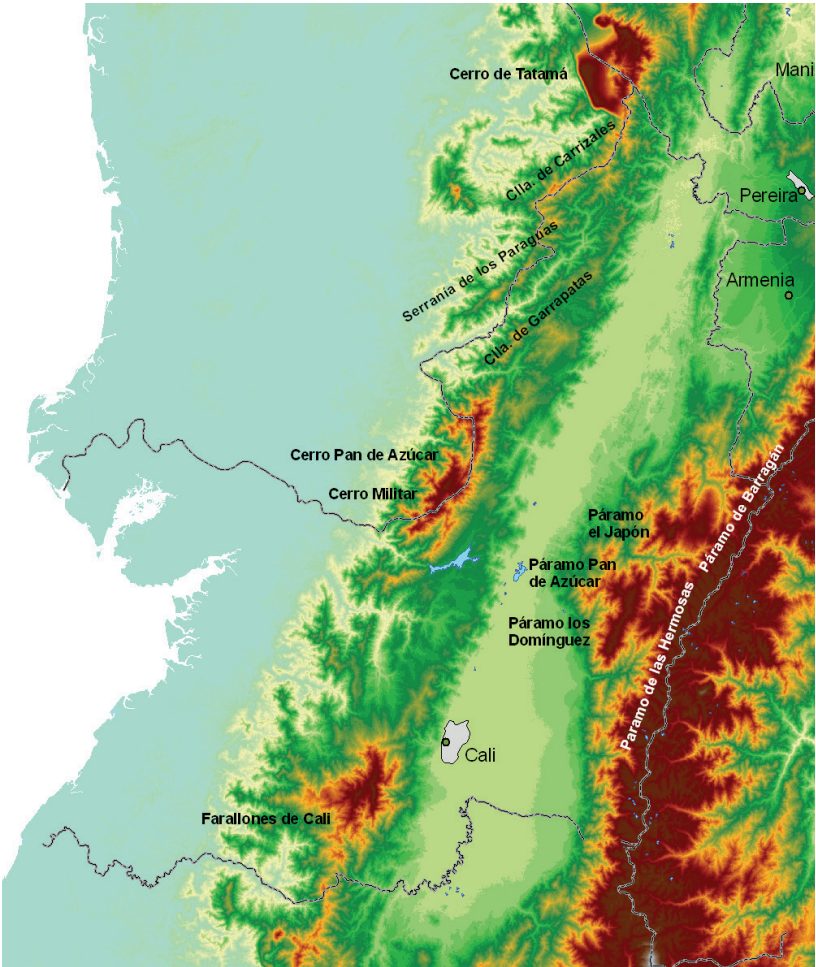


Figura 3. Fisiografía del Valle del Cauca. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

3.1.1.2. Entorno Social

Tabla 4

Guía de análisis para el entorno social

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE					
INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético					
ENTORNO: Social					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Energía para lugares remotos	O				X
Poca mano de obra	A		X		

Tecnología al alcance de todos	O	X
Desarrollo de zonas apartadas	O	X
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor		

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Energía para lugares remotos

En lugares remotos y con dificultad para el suministro eléctrico, la energía solar fotovoltaica ofrece una solución más segura, amigable con el medio ambiente, eficiente y rentable (TECMAC, 2017).

La cobertura energética en el Valle del Cauca hacia la costa pacífica en zonas apartadas es precaria ya sea por las condiciones topográficas o por los elevados costos vs el beneficio y rentabilidad que esta produciría a las compañías energéticas.

Poca mano de obra

La energía solar fotovoltaica por su “simplicidad” no requiere de procesos de transformación locales pues los componentes no se producen en el país. En el país se hace el montaje e instalación de los sistemas solares fotovoltaicos que no emplean mano de obra permanente, de esta manera el aporte a la generación de empleo en este momento es escaso.

En un futuro con la masificación y la necesidad urgente de energías alternativas esto podrá cambiar. Las bondades son también las debilidades en la energía solar fotovoltaica pues después de instalada los mantenimientos son mínimos o nulos a diferencia de la energía eléctrica convencional la cual incluye una mano de obra numerosa pues los fallos son frecuentes en sus redes y el mantenimiento constante.

Sin embargo, en países que la energía solar fotovoltaica está más extendida los países han extendido decretos de mantenimientos periódicos cada 6 o 12 meses dependiendo de la extensión. Posiblemente esto suceda en Colombia en la medida que esta alternativa energética se difunda.

Tecnología al alcance de todos

El hecho de tener suministro eléctrico permite que la tecnología pueda llegar a estos territorios y consecuente a esto su desarrollo. El acceso a una corriente de energía continua facilita la conexión a internet y a diferentes tecnologías de la información.

Desarrollo de zonas apartadas

La conectividad energética de zonas donde no llega la energía eléctrica convencional, genera un acercamiento con áreas de bajo desarrollo, lo que potencia el crecimiento tecnológico y social de cada área integrada.

3.1.1.3. Entorno Cultural

Tabla 5

Guía de análisis para el entorno cultural

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Cultural					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Desconocimiento de la tecnología	O				X
Alta especialización de la mano de obra	A		X		
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor					

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Desconocimiento de la tecnología

Esta forma de generación de energía que es nueva para el país encuentra en el desconocimiento un gran enemigo pues hay gran reticencia sobre todo en aspectos económicos y de confiabilidad. España que es un país en el cual la ESFV (Energía Solar Fotovoltaica) es de amplio uso ha encontrado en el desconocimiento de la tecnología una barrera en su aplicación (Mujika, 2010).

Alta especialización de la mano de obra

La ESFV (Energía Solar Fotovoltaica) a pesar que no requiere de grandes conocimientos para su operación e instalación, hasta el momento en el país no existe formación técnica o tecnológica en estas tecnologías y se hace por personal sobre calificado o calificado en áreas a fines (Portafolio, 2014).

3.1.1.4. Entorno Demográfico

Tabla 6

Guía de análisis para el entorno demográfico

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Demográfico					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Ingreso promedio de la población	A	X			
Densidad de la población	O			X	
Población urbana-rural	O				X
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor					

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Ingreso promedio de la población

La ESFV en el país es aún muy costosa y el retorno de la inversión es a muy largo plazo. Esto crea una barrera en el momento del acceso a este tipo de energía. Sin apoyo gubernamental no se podrá tener un acceso por las personas menos favorecidas (que serían grandes beneficiarios) pues el costo inicial aún es muy alto.

Teniendo en cuenta el ingreso per cápita esta tecnología solo estaría al alcance de unos pocos, lo cual seguiría abriendo la brecha de la desigualdad en el país.

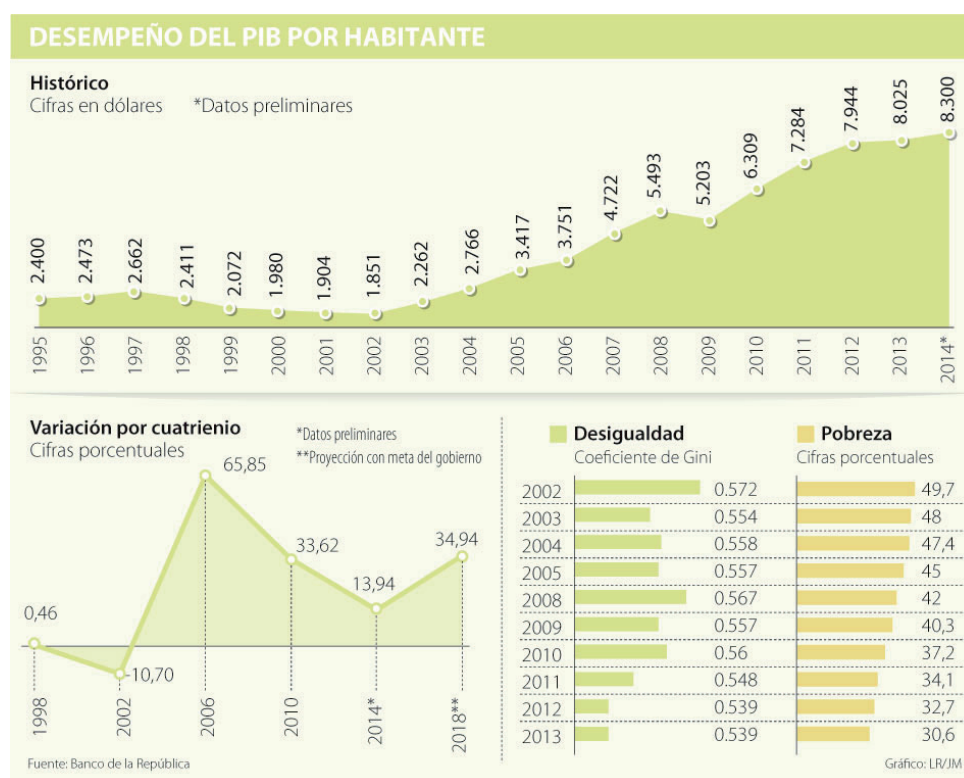


Figura 4. Desempeño del PIB por habitante. Fuente: Banco de la Republica

Densidad de la población

El crecimiento de la población está directamente relacionado con el consumo energético. El crecimiento en el Valle del Cauca es exponencial, de ahí que exista preocupación por el abaste-

cimiento de energía que se pueda ofrecer a la población. Según cifras hay un alto grado de población con ingresos bajos que requieren de una oferta energética acorde a sus ingreso.

El estado dentro de sus políticas y planes tiene como uno de sus objetivos ofrecer alternativas de bajo costo en la energía para lograr la cobertura de forma asertiva.

CIFRAS ARROJADAS POR EL CENSO					
AÑO - 2005					
VARIABLE		VALLE	ANTIOQUIA	BOGOTA	TOTAL NACION
Población Total	Total	4.060.196	5.671.689	6.778.691	42.090.502
	Hombres	1.944.995	2.745.610	3.240.469	20.668.157
	Mujeres	2.107.540	2.926.079	3.538.222	21.422.345
Población Urbana		3.516.629	4.342.217	6.763.325	31.566.276
Población Rural		543.567	1.329.472	15.366	10.524.226
Pertenencia Etnica	Indigena	0,50%	0,50%	0,23%	3,40%
	Gitano	0,00%	0%	0,01%	0,00%
	(Raizal,Afrodescendiente,Negro,Mulato)	27,20%	10,80%	1,50%	10,50%
	Blanco	72,30%	88,70%	98,26%	86,10%
No. De Personas Por Hogar		3,8	3,8	3,5	3,9
Hogares con Actividad Económica		4,00%	4,20%	4,20%	5,10%
Servicios con que cuenta la Vivienda	Energía Eléctrica	97,80%	95,00%	99,40%	93,60%
	Alcantarillado	89,70%	81,20%	97,90%	73,10%
	Acueducto	94,00%	85,80%	98,60%	83,40%
	Gas Natural	46,80%	14,10%	79,80%	40,40%
	Teléfono	65,10%	71,40%	87,80%	53,70%
Tasa de Alfabetismo		92,20%	88,10%	93,40%	88,30%
Establecimientos según Actividad	Industria	9,40%	14,70%	12,80%	12,40%
	Comercio	55,70%	51,20%	46,20%	52,30%
	Servicios	31,10%	32,00%	39,40%	33,70%
	Otras Actividades	3,90%	2,10%	1,50%	1,60%
Fuente : DANE - Censo 2005					

Figura 5. Estadísticas del censo 2015. Fuente: DANE

Población Urbana - Rural

En el Valle del Cauca existe cerca de un 12% de población en zonas rurales susceptible del servicio de ESFV off-grid en las zonas donde no llega la interconexión eléctrica. Se presenta como una oportunidad teniendo en cuenta las políticas medioambientales y la escasez en épocas

de intenso verano del recurso energético, lo que en mayor medida afecta a las zonas rurales.

3.1.1.5. Entorno Medioambiental

Tabla 7

Guía de análisis para el entorno medioambiental

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Medioambiental					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Acogida del uso de la energía solar fotovoltaica para zonas rurales y urbanas.	O				X
Control ambiental en la emisión de GEI y ruido en la generación de energía eléctrica.	O				X
Ubicación geofísica estratégica del país y del departamento para la implementación de tecnología solar.	O			X	
Conciencia en el consumo de energía, consumiendo únicamente lo necesario.	O			X	
Distribución energética y transmisión en sitio.	O			X	
Requiere amplias zonas de instalación para grandes plantas.	A		X		
Materiales de la construcción para la instalación de las estructuras de paneles (maderas y metales).	A		X		
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor					

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Acogida del uso de energías alternativa fotovoltaica para zonas rurales y urbanas

Es importante reconocer el aporte medioambiental y social que se tendría en la implementación de la energía renovable solar fotovoltaica para zonas de difícil acceso, zonas rurales o incluso urbanas/semiurbanas donde la energía convencional no da abastecimiento.

Países como Perú están promoviendo el uso de energía solar. El desafío del sector es llevar energía a 2,2 millones de peruanos de las zonas rurales a través de la extensión de redes y soluciones no convencionales como los paneles solares, para lo cual se empezará adjudicando un proyecto de financiamiento, instalación, operación y mantenimiento de hasta 500 mil paneles solares (Estratégica, 2015).

Control ambiental en la emisión de GEI y ruido en la generación de energía eléctrica

La aplicación de esta tecnología tendría un impacto positivo frente a la generación de gases como el CO₂, el cual es uno de los principales de la familia de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Se puede observar en la Figura 6 donde se da una relación entre tres países incluyendo Colombia para apreciar su diferencia respecto a un gran aportador de CO₂ como China (Garcia et al., 2013).

La fuente principal de GEI es la generación eléctrica, con un porcentaje del 35%, quedando la agricultura con 24%, la industria y desechos con el 21%, el transporte con el 14% y la construcción con el 6% restante (ConexionCOP, Colombia, Mundial, y BID, 2016).

	2009
COLOMBIA	0,2179 ton CO _{2e} /kWh
MEXICO	0,5057 ton CO _{2e} /kWh
CHINA (para 2007)	1,0050 ton CO _{2e} /kWh

Figura 6. Factor de emisiones 2009-2010 México, China y Colombia. Fuente: Fedesarrollo

Ubicación geofísica estratégica del país y del departamento para la implementación de tecnología solar

La energía solar es la energía tomada directamente del sol. La radiación solar incidente en la tierra puede aprovecharse para calentar. Es un tipo de energía renovable y limpia que se conoce como energía verde.

La radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas y la latitud. Según la figura a continuación se aprecian las zonas de mayor incidencia solar en el planeta (Casas Úbeda et al., 2008).

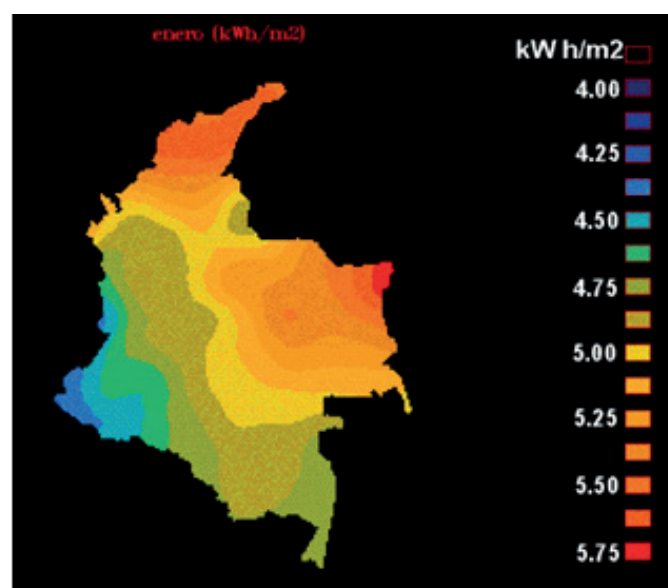
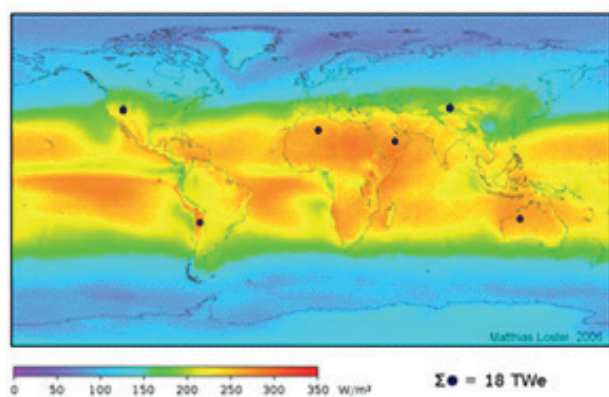


Figura 7. Mapa de incidencia solar en la Tierra y radiación solar en Colombia. Fuente: Elaboración propia tomada de (Casas Úbeda et al., 2008) e IDEAM

El Valle del Cauca cuenta con una posición privilegiada para la radiación solar, lo cual la convierte en una región óptima para el aprovechamiento de la tecnología fotovoltaica.

Conciencia en el consumo de energía, consumiendo únicamente lo necesario

A nivel mundial se está concientizando sobre la reducción de gases de efecto invernadero, usando energías renovables con la participación a nivel mundial de los grandes generadores de estos. Se ha acordado en París en el COP21 (Conference of the Parties) en Noviembre de 2015 el primer acuerdo universal del clima. Este documento es histórico con la participación y aprobación de los 195 países que asistieron a dicha cita (Géminel, 2015).

Varios países se están involucrando cada día con la implementación de la tecnología solar fotovoltaica como generadores de electricidad. Algunos ejemplos son el aeropuerto en Sudáfrica, el cual se autoabastece del 41% de energía de una planta de 3000 módulos fotovoltaicos. Un vecino que se debe observar de cerca para recoger las buenas prácticas es Chile, el cual lidera la implementación de parques solares para incrementar su oferta limpia de energía.

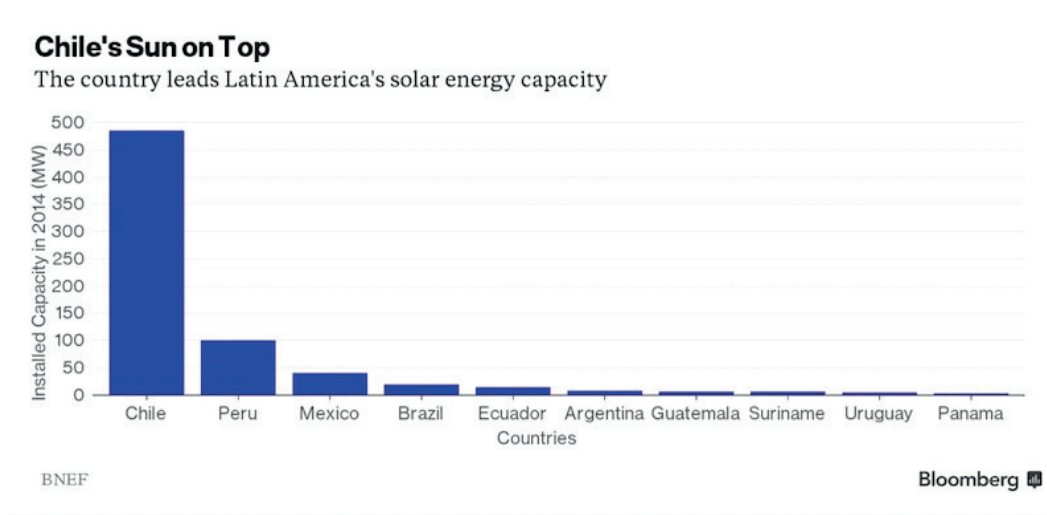


Figura 8. Capacidad instalada de energía solar en Latinoamérica. Fuente: Bloomberg

Un último ejemplo a nivel mundial podría ser Marruecos, donde se ha inaugurado la planta solar más grande del mundo Noor I, la cual provee 160 Megavatios al país. Los marroquíes están completamente comprometidos con las energías verdes y acogerán este año el COP22, además tienen proyecciones hacia el 2030 de cubrir el 52% de su demanda eléctrica con energía solar, eólica e hidroeléctrica (ONU, 2016).

Generación energética y transmisión en sitio

En la mayoría de las opciones de generación energética (energías convencionales y alternativas) se debe tener una capacidad instalada importante para el cubrimiento regional del servicio, es decir la transmisión. Como se menciona en García et al. (2013) para Fedesarrollo:

Más allá de la importancia de contar con electricidad, es necesario tener en cuenta que toda su cadena productiva desde la generación, pasando por la transmisión, distribución y uso final, tienen asociados una serie de impactos ambientales y sociales. La creciente preocupación por el estado del medio ambiente y por el cambio climático, y la mayor información que tienen las comunidades exige hoy mayor rigurosidad en las licencias y trámites para construcción de proyectos de generación y transporte de electricidad. Esto ha generado mucho interés por buscar alternativas de generación que tengan un menor impacto social y ambiental y que puedan satisfacer las necesidades crecientes de la población así como brindar acceso a aquellas comunidades que hoy no lo tiene (p. 1).

Estas redes de transmisión impactan el medio ambiente dado que se requieren instalaciones que generan ruido, amenazan el ecosistema de las regiones y producen efectos de campos electromagnéticos. La construcción de vías de acceso, mantenimientos, cimientos de torres y cons-

trucción de complejos eléctricos son actividades que conllevan en la gran mayoría de casos deforestación e invasión a la vegetación.

Líneas	Longitud km
Transmisión 110-115kV	10.267,7
Transmisión 138kV	15,5
Transmisión 220-230kV	11.671,9
Transmisión 500kV	2.436,7
TOTAL SIN	24.391,8

Figura 9. Sistema de transmisión nacional STN. Fuente: Fedesarrollo

Caso distinto se observa cuando se implementan plantas con paneles solares fotovoltaicos que generan y distribuyen la energía en sitio, no se requiere de sistemas de distribución como en las otras opciones energéticas. La red eléctrica colombiana tiene muchas oportunidades de optimización de acuerdo al mapa que se muestra en la Figura 10.

Se puede observar que existen muchas zonas donde la población no es muy alta y el llevar energía a estos sitios implicaría un impacto ambiental enorme si se extiende la red de transmisión nacional.

Requiere amplias zonas de instalación para grandes plantas

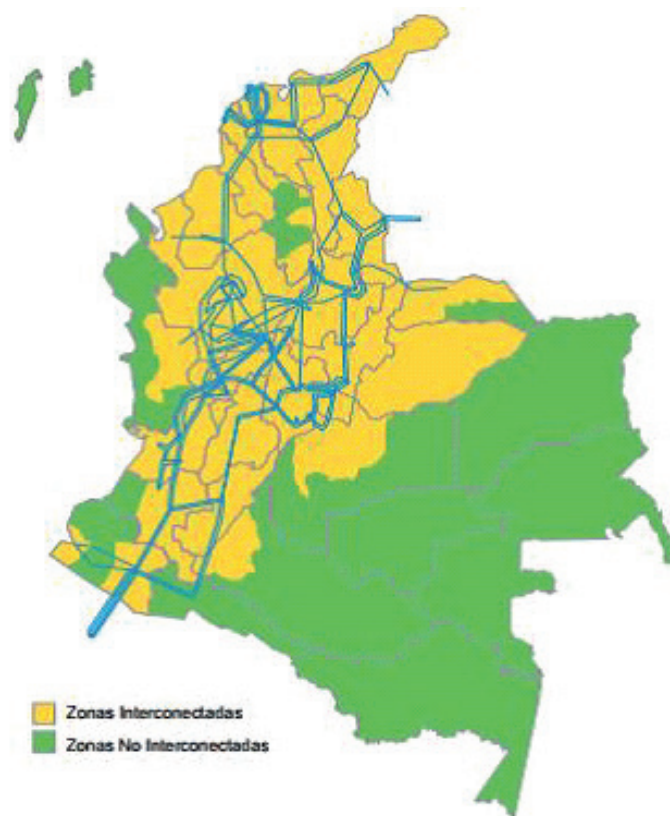
Los terrenos para fotovoltaica son aquellos terrenos especialmente dedicados a la instalación de paneles fotovoltaicos. Por lo general la principal característica que reúne a este tipo de terrenos es el hecho de que los mismos no son terrenos aptos para cultivo, y de tierra no muy trabajable.

Lógicamente los terrenos más fértiles se utilizan con fines agrícolas ganaderos, mientras que los de tierra de no muy buena calidad son terrenos para fotovoltaica. Por supuesto, los terrenos donde se van a utilizar energía fotovoltaica tienen que estar habilitados por las autoridades de la región donde estén. Siempre se necesita de una certificación que permita instalar paneles fotovoltaicos en determinado terreno.

Por lo general los terrenos para fotovoltaica ideales son aquellos que no tienen árboles ni ningún tipo de construcción cerca, por lo tanto la exposición solar será total durante todo el día. La elección de la región es otro punto que influye de manera realmente importante en la compra de terrenos para fotovoltaica.

Por lo general las zonas que tienden a estar nubladas o lluviosas no son un muy buen lugar para la colocación de estos paneles, debido a que estos días producen de escasa a nula energía. Si bien es verdad que hoy en día los paneles solares están muy mejorados y pueden producir energía solar aún en días nublados, también es verdad que cuanto más nublado está el día menos energía se produce y ni hablar si es un día lluvioso.

Por esta razón los terrenos para fotovoltaica en zonas que tienen bajos índices de lluvia y días soleados la mayoría del año son las ideales para instalar paneles, aunque también son los más caros (E. Fotovoltaica, 2016).



Fuente: IPSE, mayo de 2011.

Figura 10. Mapa de zonas interconectadas/no interconectadas en la red eléctrica nacional. Fuente: IPSE

Materiales de la construcción para la instalación de las estructuras de paneles (maderas y metales)

La fabricación de materiales para la construcción implicados en la instalación de paneles solares tales como travesaños en madera o cortes metálicos (ángulos y soportes) impacta el medio ambiente. Esta contaminación va desde la tala de árboles indiscriminada hasta el uso de calderas industriales para el sector metalmecánico.

3.1.1.6. Entorno Tecnológico

Tabla 8

Guía de análisis para el entorno tecnológico

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Tecnológico					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Desarrollo de la tecnología para la fabricación de paneles solares.	O				X
Investigación y desarrollo en el campo de las energías renovables.	O				X
Alto crecimiento de las TICs para difusión y comercialización de productos para generación de energías alternativas.	O			X	
Capacidad instalada de las tecnologías alternativas de generación eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos.	O			X	
El avance en la tecnología para la aplicación de los paneles solares respecto a otras tecnologías de energías renovables.	O			X	
Presentación de propuestas ambientales en la región.	O				X
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor					

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Desarrollo de la tecnología para la fabricación de paneles solares.

En Colombia actualmente no contamos con la tecnología para la fabricación de paneles solares, el cual es un proceso que requiere de tecnología en términos de equipos, procesos y conocimientos especializados.

De acuerdo a unos de los mayores fabricantes mundiales de paneles fotovoltaicos, Solarworld, es un proceso que comprende principalmente las siguientes etapas usando como materia prima principal el Silicio, el segundo elemento en abundancia sobre la corteza terrestre: Carga, Fusión, Formación, Enfriamiento, Corte, Emparejado, Rebanado, Texturizado, Difuminado, Revestimiento, Estampado, Soldadura y Laminado, Enmarcado y por ultimo Inspección y Envío.

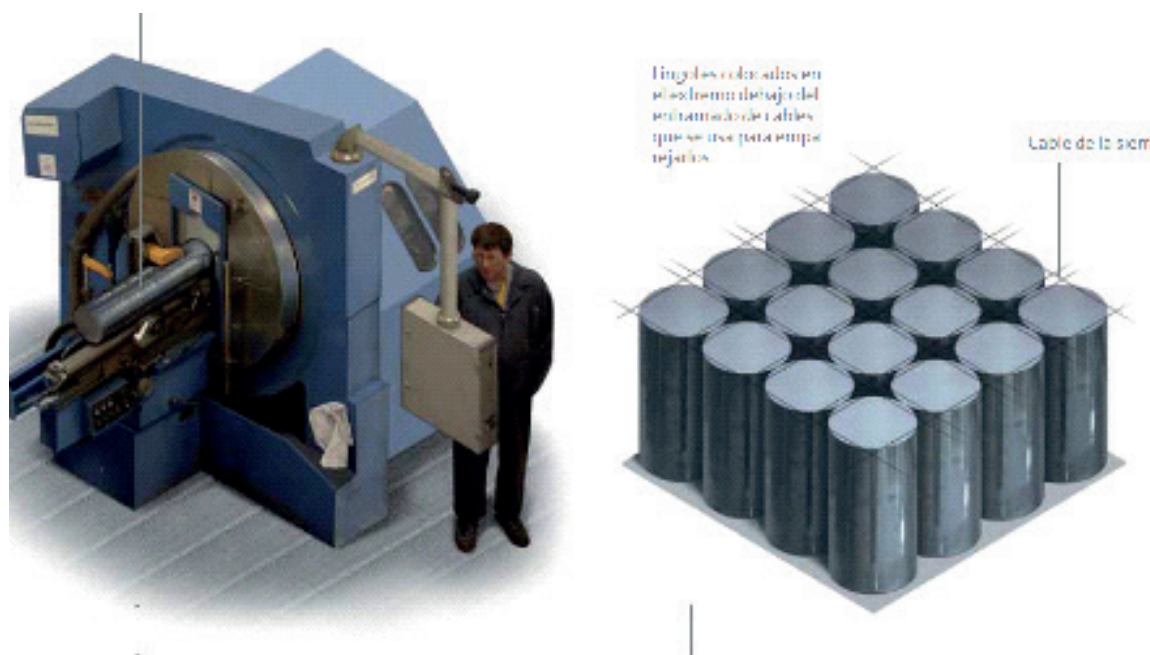


Figura 11. Proceso de fabricación de paneles. Fuente: SolarWorld. (2012)

Carga. La magia comienza con aproximadamente 250 libras de rocas de polisilicona apiladas cuidadosamente en un crisol de cuarzo. El único ingrediente adicional es un disco de silicio impregnado con una pequeña cantidad de boro. La adición del inhibidor de boro asegura que el cristal resultante lleve una orientación eléctrica potencialmente positiva. El crisol se encaja en paredes delgadas de grafito aislante y se encierra en un horno cilíndrico.

Fusión. A medida que el horno que forma cristales se calienta a temperaturas de aproximadamente 2.500 grados Fahrenheit, sus contenidos de silicio se funden en una mezcla brillante. Una vez los monitores computarizados registran la temperatura correcta en condiciones atmosféricas, la alquimia comienza. Un cristal de granos de silicio, colgado de un cable estrecho adherido a un dispositivo giratorio en la parte superior del horno se hace descender lentamente a la mezcla.

Formación. El crisol comienza a girar y el cristal de granos comienza a girar en dirección opuesta. La mezcla de silicio se congela en el cristal de granos, igualando la estructura cristalina

del grano. El cristal crece, el cable y el grano ascienden lentamente y el cristal se alarga hasta un diámetro controlado. A medida que el crecimiento reduce drásticamente el silicio, también surge el crisol.

Enfriamiento. Avance rápidamente aproximadamente 3 1/2 días desde que se cargó el crisol con polisilicona. Después de varias horas de enfriamiento a aproximadamente 300 grados Fahrenheit, el techo del horno y el eje se levantan de la caja del crisol para revelar un cristal completamente cilíndrico, listo para avanzar al segundo paso y siguiente cuarto de producción.

Corte. Primero, una sierra corta la denominada parte superior y cola del cristal para que quede un cristal con ancho uniforme. Usualmente, las sierras de laminado delinean la superficie del cristal con un cable delgado que tiene un abrasivo líquido (Arriba, una máquina montada con una hoja de acero que parece una dona gigante hace el corte). Las sierras de cable también cortan el cristal en lingotes que miden 2 pies de largo. Los sujetadores de acero se montan en un extremo de estos lingotes para el paso siguiente.

Emparejado. Los lingotes montados se colocan sobre uno de sus extremos en un estante que soporta 16 a la vez, dentro de otra máquina que corta con cable. Allí, el cable que se mueve en una configuración de entramado desciende sobre los lingotes para cortar los cuatro segmentos redondeados, dejando los lados planos. El resultado: Los lingotes ahora tienen una sección cruzada pareja, excepto por las esquinas redondeadas.

Rebanado. La próxima sierra de cable es aún más compleja. Un cable bobinado cientos de veces entre dos barriles cilíndricos forma una red de segmentos paralelos ajustadamente espaciados. A medida que el cable se desenrolla en la máquina, los lingotes montados de lado sobre soportes de metal y vidrio se presionan dos a la vez en toda la red, cortándolos del mismo grueso de las

tarjetas de presentación, muy delgadas. Cada milímetro de cristal produce aproximadamente 2 1/2 láminas. Desprendidas de sus sujetadores, las láminas se cargan en portadores o botes, para transportarlas al paso siguiente.

Texturizado. En la única fase que requiere un cuarto limpio designado, una serie de tratamientos químicos y de calor muy complicados convierte las láminas vacías y grises en productivas celdas azules. Un así llamado lijado de textura, por ejemplo elimina una capa delgada de silicio, valiéndose de la estructura de cristal subyacente para revelar un patrón irregular de pirámides. La superficie de las pirámides, tan pequeñas que son invisibles a simple vista, absorben más luz.

Difuminado. A continuación, las láminas se mueven en cartuchos hacia cámaras largas y cilíndricas parecidas a un horno en las que el fósforo se difumina en una capa delgada de la superficie de la lámina. La impregnación a nivel molecular ocurre mientras la superficie de la lámina está expuesta al gas de fósforo a una temperatura alta, un paso que proporciona a la superficie una orientación eléctrica potencial negativa. La combinación de esa capa y de la capa neutralizada con boro debajo de ella crea una unión positiva negativa o PN, una partición crítica en el funcionamiento de una celda de paneles fotovoltaicos.

Revestimiento. Las incipientes, pero todavía grises celdas se mueven en bandejas hacia cámaras de mucho vacío en donde el nitrito de silicio azul-violeta se deposita en sus superficies. El revestimiento con nitrito de silicio, otro miembro de la familia de silicio de materiales, está diseñado para reducir aún más el reflejo en el extremo azul de energía densa del espectro de luz. Esto deja a las celdas con su oscuro color final.

Estampado. Ahora, las celdas pueden reunir protones de manera óptima y producir electricidad. Sin embargo, no tienen ningún mecanismo para recolectar y distribuir la energía. De manera

que, en una serie de pasos parecidos a una impresión en serigrafía, los metales se estampan en ambos lados de la celda, agregando “dedos” con franjas de clavijas y sistemas de circuitos de barra de bus. Ha nacido una celda que ya funciona, sólo necesitamos luz del sol para producir electricidad.

Soldadura y Laminado. En SolarWorld, la manufactura de paneles es un proceso muy automatizado, que se basa en robótica de acero sólido que lleva a cabo la cada vez más pesada elevación de ensamblado de celdas livianas de paneles fotovoltaicos en paneles que pesan 45 libras cada uno. Cada herramienta robótica funciona dentro de una barda de seguridad que, por su diseño, evita el acceso humano. Primero, las celdas se sueldan en cadenas de 10, utilizando un patrón encima-debajo–encima-debajo de conectores de metal para unir las celdas. Se colocan seis cadenas que forman una matriz rectangular de 60 celdas. Cada matriz se lamina en vidrio solar especial.

Enmarcado. Sin embargo, para convertirse en un panel solar, cada laminado no sólo necesita un marco que lo proteja del clima y otros impactos sino una caja de conexiones que permita la conexión entre paneles o con un conducto conectado a un ondulator. Los robots también fijan esto.

Inspección y envío. La limpieza e inspección cuidadosas proporcionan los toques finales antes de que cada panel solar se pueda empacar para enviarlo a hogares y empresas. Sin embargo, la inspección no solo se realiza al final de la línea de producción. Revisiones digitalizadas y automatizadas se realizan en pasos clave desde la cristalización del silicio hasta el ensamblado de los paneles, así como inspección humana de cada celda y panel (SolarWorld, 2012).

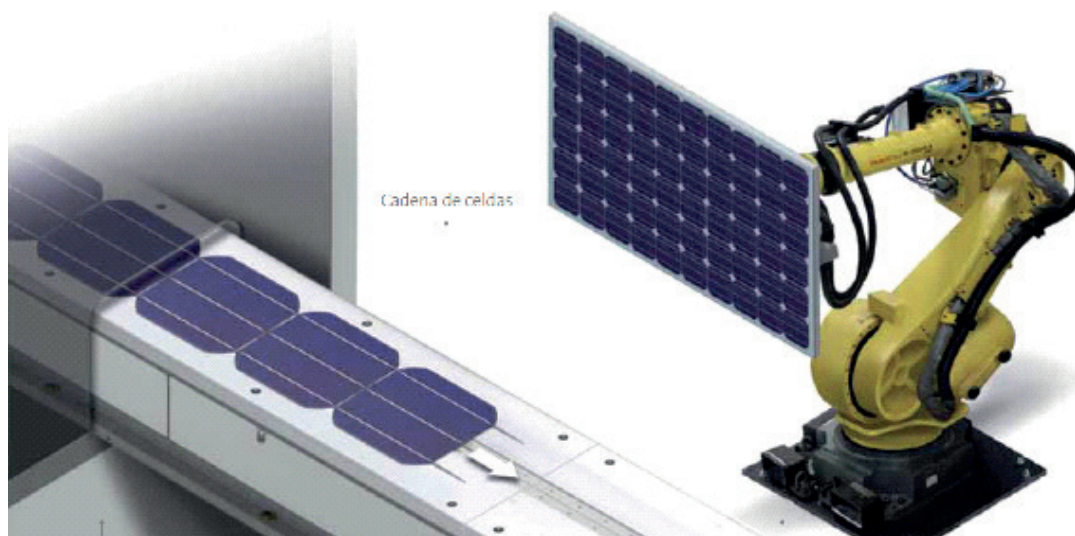


Figura 12. Proceso de fabricación de paneles – Cadena de celdas. Fuente: SolarWorld. (2012)

Investigación y desarrollo en el campo de energías renovables

Las aplicaciones y tecnologías solares fotovoltaicas se encuentran en la fase de investigación y desarrollo de prototipos por parte de varios centros universitarios. Los proyectos aprobados y financiados por Colciencias entre 1991 y 2009 se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 9

Proyectos en fuentes no convencionales de energía. Periodo 1991-2009. Pesos constantes 2006

PROYECTO	ENTIDADES	AÑO VIGENCIA FISCAL	FINANCIADO COLCIENCIAS	COSTO TOTAL DEL PROYECTO
Desarrollo de celdas solares - Fase II	Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	1997	\$45,616,393	\$45,616,393
Desarrollo de materiales para la fabricación de celdas solares e instalación y monitoreo de sistemas prototipo de generación fotovoltaica de electricidad	Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	2002	\$125,282,745	\$339,106,250
Implementación y desarrollo de un refrigerador solar intermitente basado en carbón activado y metanol o amoníaco	Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín	2003	\$131,062,185	\$337,112,867

Fuente: Elaboración propia basada en (CORPOEMA, 2010)

El Departamento de Física de la Universidad Nacional en Bogotá es el responsable de los dos

primeros proyectos que se ocupan de la física básica de las celdas solares fotovoltaicas y de sistemas de generación de electricidad conectados a la red.

Además de estos proyectos el Departamento de Física ha adelantado I&D en la evaluación del recurso (Manuales de Radiación Solar) y algunas aplicaciones térmicas (calentamiento de agua, refrigeración solar). El tercer proyecto se desarrolló en la sede de Medellín de la Universidad Nacional. Dentro de los grupos de investigación inscritos y categorizados en Colciencias en el tema de energía figuran dos grupos en energía solar (CORPOEMA, 2010).

Alto crecimiento de las TICs para difusión y comercialización de productos para generación de energías alternativas

El rápido crecimiento de las TICs a nivel Colombia hace que la comercialización de la tecnología solar fotovoltaica sea más ágil que en años anteriores. Además, la cifra a nivel nacional de empleo en este sector ya alcanza el 2% según datos de la Revista Dinero a Marzo de 2016, lo que nos indica que es un sector en pleno crecimiento y alto desarrollo. Otro aporte grande de las TICs para este sector está dado en la gestión de los sistemas en tiempo real para controlar y operar procesos complejos de la red eléctrica.

La Gestión de Sistemas de Tiempo Real consiste en la planeación, diseño, optimización, puesta en servicio, operación, administración o gerenciamiento de sistemas transaccionales o plataformas tecnológicas, que involucran el intercambio de información con valor agregado, y mercados de bienes y servicios relacionados.

Para el sector eléctrico, se basa en la operación del Sistema Interconectado Nacional colombiano y la Administración del Mercado de Energía en Colombia, incluyendo las transacciones internacionales de electricidad con países extranjeros (XM, 2017a).

El inventor y científico norteamericano Raymond Kurzweil ha afirmado que la energía solar será en poco tiempo el suministrador del 100% de la energía en todo el mundo gracias al crecimiento exponencial de las TIC, en la última de las conferencias del ciclo “Diez conceptos que están cambiando el mundo” de la Fundación Telefónica, Kurzweil ha indicado que las TIC también van a transformar la energía, ya que utilizan muy pocos recursos y son beneficiosas para el medio ambiente, como las células solares.

La tecnología y las fuentes de energía solar, en este sentido, se duplicarán en dos años, ya que se trata de un nuevo modelo de negocio que, tras un crecimiento lento de unos años, está despegando de forma acelerada. Aunque sólo se está usando un porcentaje muy pequeño de esta fuente de energía, la energía solar ha sufrido un crecimiento exponencial de hasta ocho duplicaciones cada vez, con lo que va camino de convertirse en el 100% del suministrador de energía de todo el mundo (Telefonica, 2010).

Capacidad instalada de las tecnologías alternativas de generación eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos.

Es importante conocer la capacidad instalada de generación energética con la que cuenta el país. Para ello se remite al estudio realizado por UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) en su informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano – junio de 2015.

En este informe se hace un estudio discriminado por regiones y tipos de generación energética que se presenta a continuación en sus aspectos más relevantes para este trabajo.

Tabla 10

Capacidad instalada por tecnología

Tecnología	Potencia (MW)	Participación (%)
Hidráulica	10.919,8	70,35%
Térmica Gas	1.684,4	10,85%
Térmica Carbón	1.180,0	7,60%
Líquidos	1.366,0	8,80%
Gas - Líquidos	276,0	1,78%
Viento	18,4	0,12%
Biomasa	77,2	0,50%
Total	15.521,7	100%

Fuente: UPME

Durante el mes de junio del 2015 el Sistema Interconectado Nacional no registró incremento de capacidad instalada, en relación al mes anterior. Esta información, diferenciada por tipo de tecnología/recurso, se presenta en la tabla 11, así como la participación porcentual, la cual se presenta en la Figura 13.

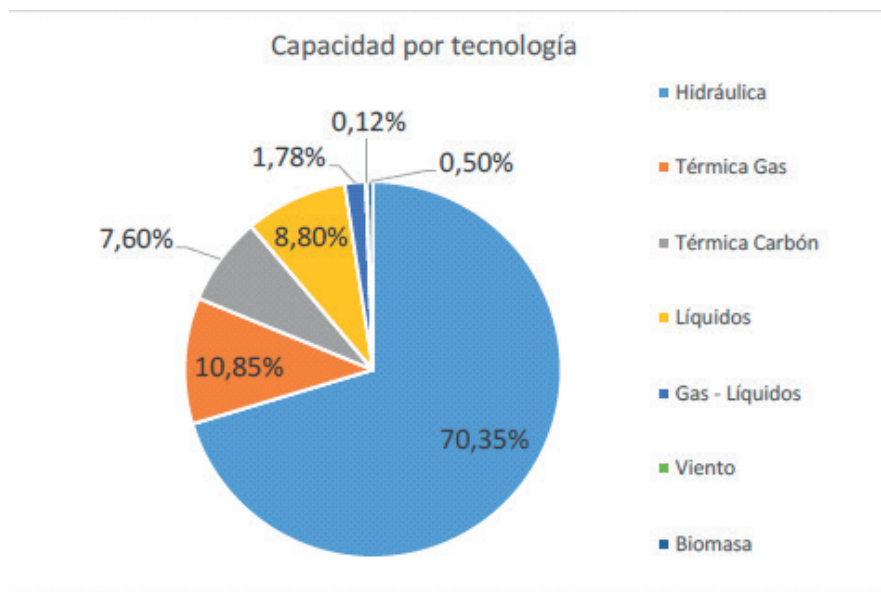


Figura 13. Participación por tecnología en la matriz eléctrica. Fuente: UPME

Los datos muestran que las centrales hidroeléctricas tienen una participación de 70,35% del total, y en segundo lugar se ubican las centrales térmicas (gas y carbón), las cuales alcanzan de manera agregada el 18,45%.

En la tabla 11 se presenta la capacidad instalada agrupada por áreas eléctricas, en función de las tecnologías que se encuentran en cada una de ellas. Al revisar la capacidad instalada en los departamentos que hacen parte del SIN, se encuentra que en el área constituida por los departamentos de Antioquia y Chocó, se presenta la mayor concentración de potencia disponible del país, con 4.738,7 MW, aproximadamente.

Tabla 11

Capacidad instalada en cada región por tipo de recurso (MW)

	ACPM	AGUA	BIOMASA	CARBON	COMBUSTIBLE	GAS	JET-A1	GAS - JET-A1	VIENTO	Total general
ANTIOQUIA	364,0	4.369,7		5,0						4.738,7
ANTIOQUIA/CHOCÓ	364,0	4.369,7		5,0						4.738,7
CARIBE	462,0	338,0		296,0	297,0	1.331,0			18,4	2.742,4
ATLÁNTICO	153,0				110,0	1.241,0				1.504,0
BOLÍVAR	309,0				187,0	90,0				586,0
CÓRDOBA		338,0								338,0
GUAJIRA				296,0					18,4	314,4
CESAR										0,0
MAGDALENA										0,0
SUCRE										0,0
NORDESTE		1.838,0		490,0		276,6		276,0		2.880,6
BOYACÁ		1.000,0		327,0						1.327,0
CASANARE						109,6				109,6
NORTE SANTANDER				163,0						163,0
SANTANDER		838,0				167,0		276,0		1.281,0
ORIENTAL		2.092,9		225,0						2.317,9
BOGOTÁ D.E.		4,3								4,3
CUNDINAMARCA		2.088,6		225,0						2.313,6
META										0,0
GUAVIARE										0,0
SUROCCIDENTAL	197,0	2.281,2	77,2			240,8	46,0			2.842,1
CALDAS		585,6					46,0			631,6
CAUCA		322,7	29,9							352,6
HUILA		551,1								551,1
NARIÑO		23,1								23,1
PUTUMAYO		0,5								0,5
QUINDÍO		4,3								4,3
RISARALDA		8,5	5,5							14,0
TOLIMA		142,0				11,8				153,8
VALLE DEL CAQUETÁ	197,0	643,4	41,8			229,0				1.111,2
Total general	1.023,0	10.919,8	77,2	1.016,0	297,0	1.848,4	46,0	276,0	18,4	15.521,7

Fuente: UPME

En contraste, se observa que la región conformada por Cundinamarca, Guaviare, Meta y Bogotá DC, cuenta con 2.317,9 MW, lo cual la ubica como la región con menor capacidad instalada.

En los mapas presentados de la Figura 14, se ilustra cómo está distribuida la capacidad instalada en cada área eléctrica y su participación (%) por tipo de recurso para la zona del suroccidente colombiano.

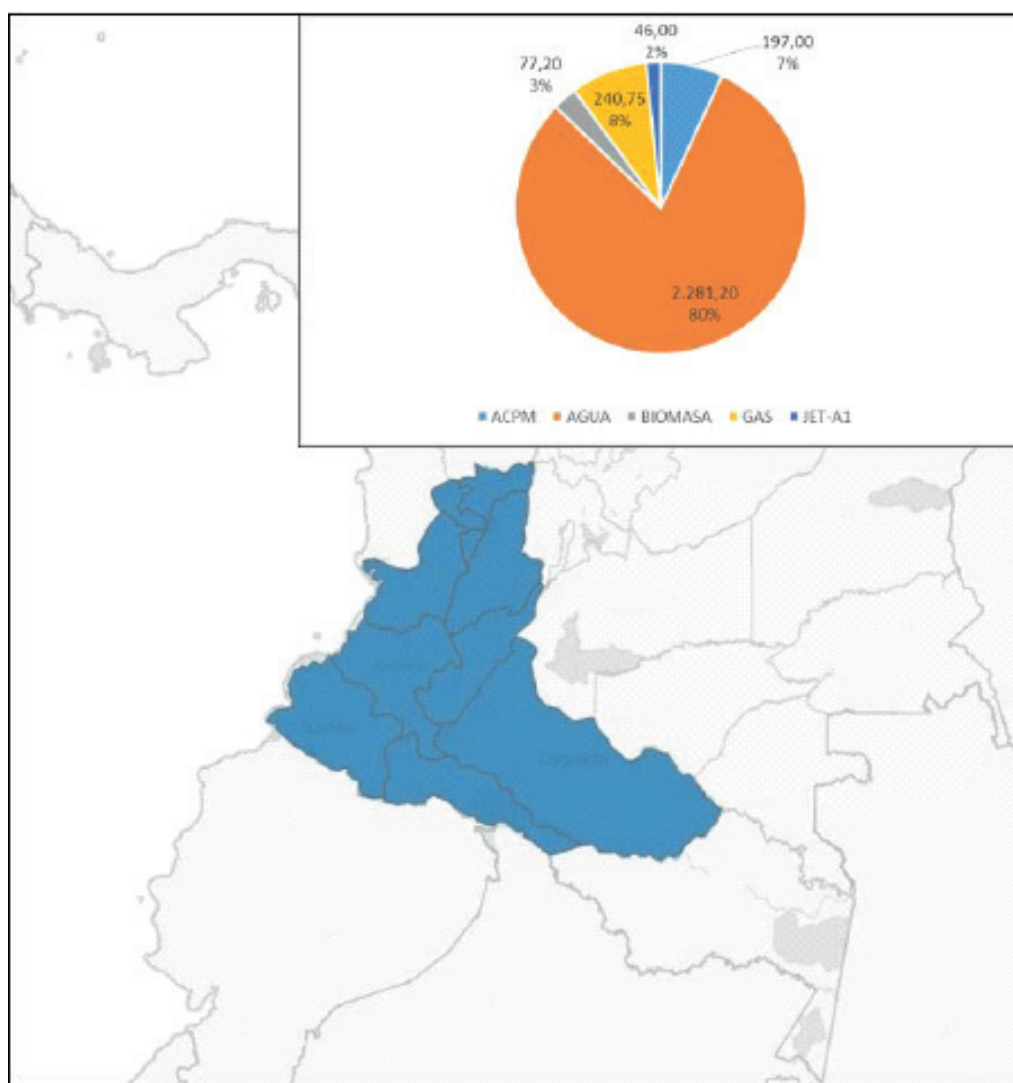


Figura 14. Capacidad instalada área Cauca, Caldas, Caquetá, Huila, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca (MW, %). Fuente: UPME

En el documento Análisis costo beneficio de energías renovables preparado por FEDESARROLLO en 2013 se mencionan aspectos importantes sobre la capacidad instalada y evolución de las energías renovables en Colombia.

En cuanto a las fuentes de energía renovables no convencionales, es decir, excluyendo grandes centrales hidroeléctricas, se puede observar que en 1973 eran casi inexistentes, mientras que para 2010 contribuían con el 4% entre energía de la biomasa, geotérmica, solar y eólica, lo que, a pesar de su crecimiento, sigue siendo una participación marginal.

Sin embargo, en general todas las fuentes renovables han crecido durante los últimos años, la Figura 15 muestra el comportamiento del crecimiento de la capacidad instalada de diferentes tecnologías de generación.

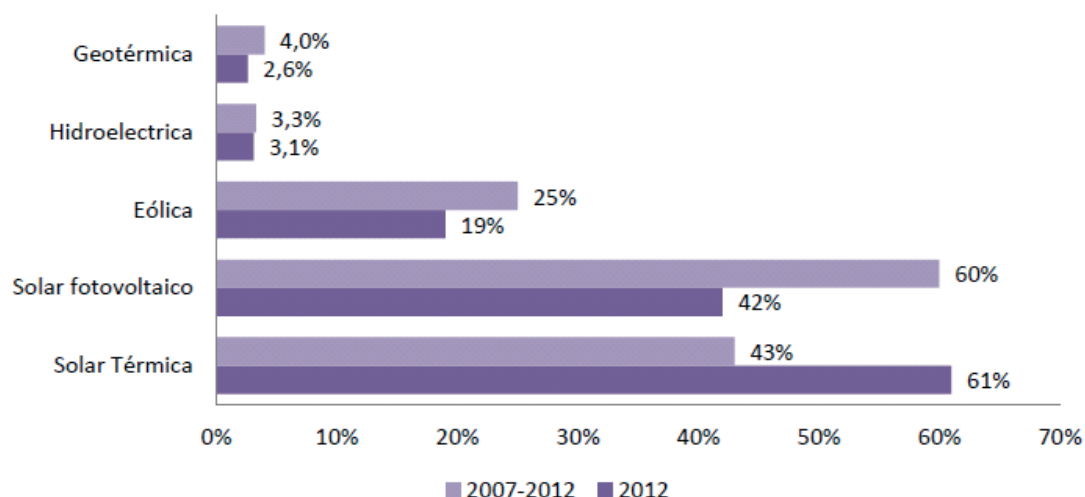


Figura 15. Crecimiento promedio anual de capacidad instalada de diferentes fuentes renovables. Fuente: Fedesarrollo

El avance en la tecnología para la aplicación de los paneles solares a nivel mundial

La predicción y comprensión del tamaño del mercado fotovoltaico es esencial para el desarrollo de la industria. En años recientes, el boom fue tan rápido que la capacidad expansiva llevo rápidamente a la bien conocida guerra de precios y el rápido proceso de consolidación de la industria.

La parte más interesante fue probablemente el crecimiento exponencial del mercado desde 2010 al 2011 que dejo muchas creencias sobre que el mercado podría alcanzar rápidamente altos niveles. Consecuentemente la industria puso nuevas capacidades de producción en línea. Lo que ocurrió después es bien conocido: Con un mercado de 30 GW en 2011 y 2012 y capacidades de producción estimadas sobre 50 GW en ese momento, la guerra de precios fue altamente dañina para la industria.

Después de un año de crecimiento, se podría pensar que el mercado fotovoltaico podría tener un auge de nuevo. Algunos analistas anunciaron números fenomenales: Hasta 50 GW instalados en 2014, sin embargo la realidad es menos prometedora. De hecho, los números están finalmente mostrando que el mercado fotovoltaico continuo creciendo pero a un paso razonable.

Después de 37 GW de instalaciones fotovoltaicas en 2013 (debajo de la cifra de 40 GW anunciada más temprano debido a cifras finales Chinas más bajas), 2014 experimento un moderado crecimiento con un mercado estabilizando sobre 40 GW y hasta 42 GW (de nuevo dependiendo de los números finales chinos). El caso de China se vuelve interesante para todos.

Con finalmente 9.5 GW instalados en 2013 (de acuerdo a las estadísticas más recientes NEA-China National Energy Administration) y posiblemente 10.5 GW en 2014, el mercado Chino fotovoltaico creció rápido pero menos de lo esperado. Esto implica que los números finales para el

mercado fotovoltaico en 2013 fue más cercano a 37 GW que a 40 GW. En 2014, la alianza de mercado estima un mercado de 40 GW, muy por debajo de los 40-45 GW de muchos analistas.

Este número es por ahora el resultado de evoluciones contrastadas en el mercado fotovoltaico que mantienen el crecimiento más bajo: La declinación de mercados europeos fotovoltaicos, la lenta emergencia de nuevos países en economías emergentes y el finalmente limitado crecimiento en USA (comparado al mercado potencial).

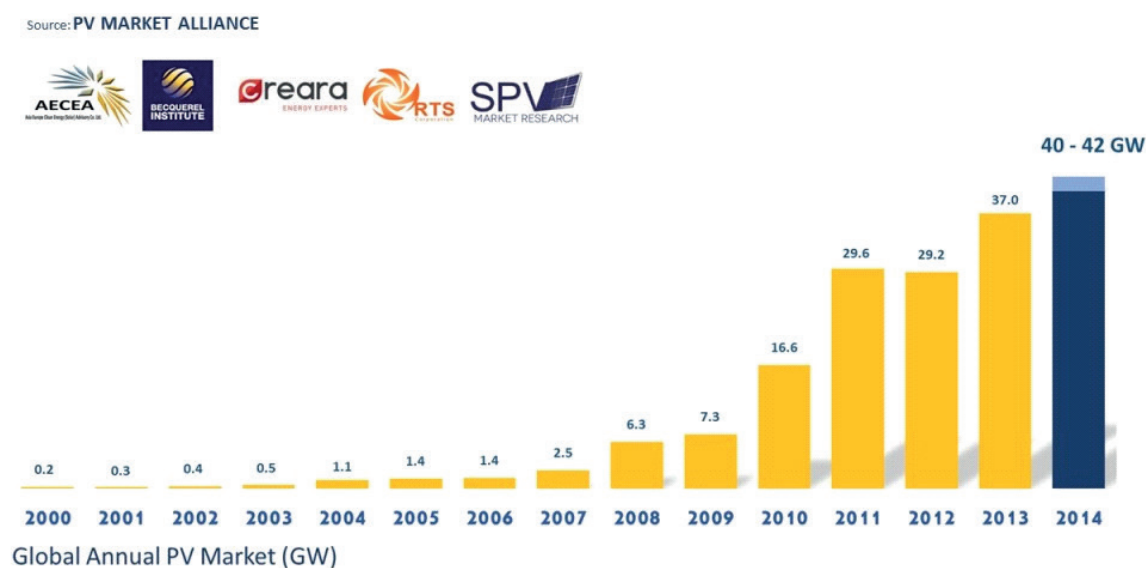


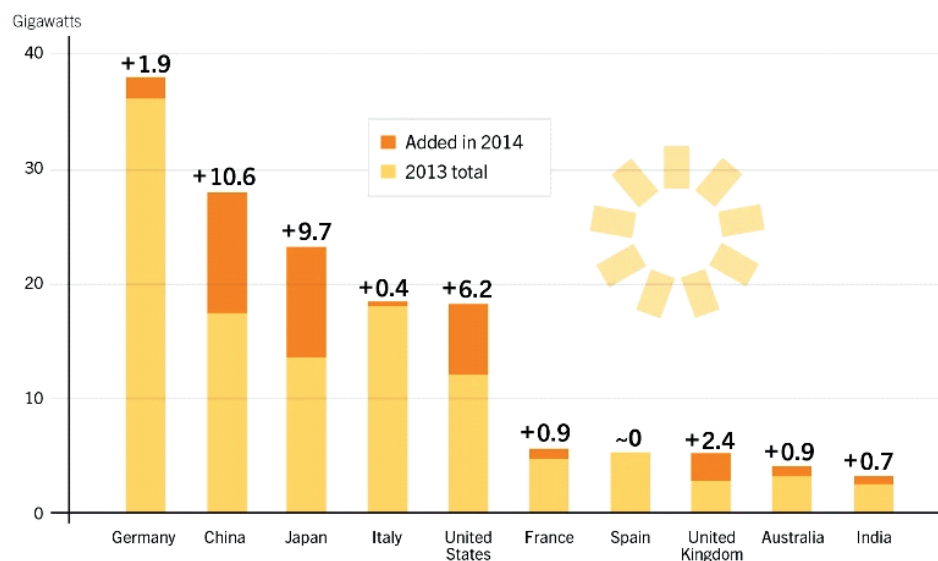
Figura 16. Mercado fotovoltaico anual global (GW). Fuente: PV Market Alliance

Las siguientes tendencias definieron el mercado en 2014:

- Aunque nuevas políticas, fueron diseñadas a favor de energía solar distribuida fotovoltaica sobre escala-utilidad, todavía tienen que dar sus frutos, China supo administrar para mantener su posición global de líder como el mercado más grande con 10.5 a 12 GW dependiendo del desempeño en el último cuarto del año, después de 2013 las cifras fueron revisadas a la baja a 9.5 GW.

- Japón continuó instalando paneles fotovoltaicos a una velocidad acelerada, por encima de 9 GW instalados.
- El momento continúa en el mercado de USA que muestran alrededor de 6 GW de demanda en 2014.
- El mercado europeo declino para el tercer año seguido alrededor de los 7 GW, con UK y Alemania liderando el paso, seguidos por Francia, mientras Italia y España se desplomaron.
- Seis mercados emergentes (Sur África, India, Tailandia, Chile, México y Turquía) contribuyeron juntos alrededor de 3 GW en 2014.
- Australia continuo expandiendo sus capacidades paneles fotovoltaicos en el sector residencial, con más de 0.7 GW instalados.
- Numerosos mercados multi-MW fueron confirmados en 2014: Corea, Canadá, Taiwán y más.

Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2014

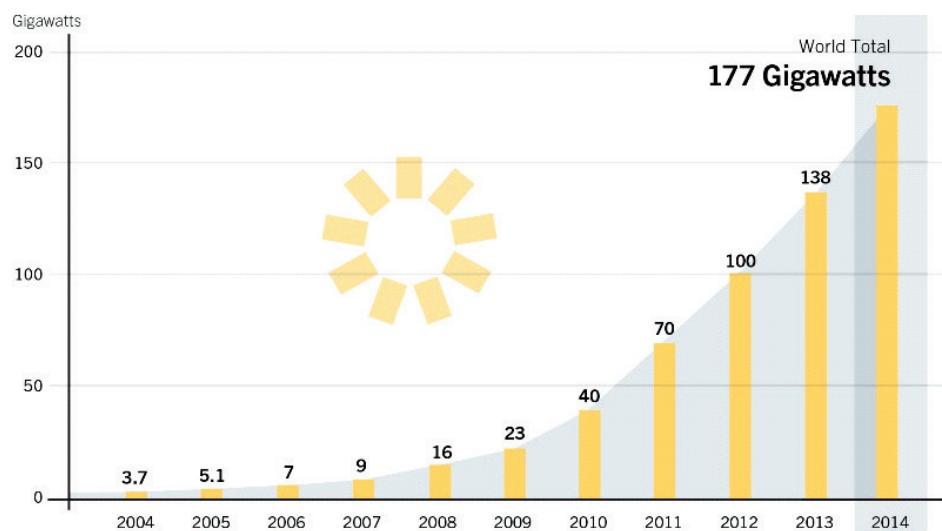


REN21 *Renewables 2015 Global Status Report*



Figura 17. Capacidad y adiciones fotovoltaicas, países top 10. Fuente: REN21. (2015)

Solar PV Global Capacity, 2004–2014



REN21 *Renewables 2015 Global Status Report*



Figura 18. Capacidad global fotovoltaica. Fuente: REN21. (2015)

Resumiendo, la ESFV continuó expandiéndose en 2014 y probablemente continúe haciéndolo en 2015. La pregunta de la sostenibilidad de muchos mercados está en el núcleo de los pronósticos para los años venideros, en un mercado global dominado, una vez más, por 3 países: China, Japón y USA. Esto recuerda el cuadro europeo de los años 2010-2012, cuando un número limitado de mercados aseguraron el crecimiento y después el decline (REN21, 2015).

Presentación de propuestas ambientales en la región.

Se celebró con éxito en la región vallecaucana el Solar Decathlon 2015, con el apoyo de múltiples organizaciones y universidades nacionales e internacionales. En este evento se presentaron diferentes propuestas para viviendas auto sostenibles donde impero el uso de tecnologías renovables como paneles solares fotovoltaicos.

La presentación de estos eventos invita al ciudadano para que se concientice sobre el uso de energías renovables como una alternativa viable y adecuada, esto impacta de manera positiva a la sociedad y genera un vínculo entre el sector y la región.

3.1.1.7. Entorno Económico

Tabla 12

Guía de análisis para el entorno económico

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Económico					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Alto tiempo para el retorno de la inversión.	O				X

	O	X
Tasa de cambio con el dólar al alza.		
	O	X
Importación de productos al mercado colombiano.		
	O	X
Facturación energética residencial y comercial.		
	O	X
Reducción de la inversión extranjera en sectores afines con el de la energía renovable solar fotovoltaica.		
	O	X
Ventajas económicas de viviendas con sistemas de energías renovables.		
	A	X
PIB. Se tiene un valor preliminar de 816.000 con proyección a 2016 de 879.000 (miles de millones \$).		
	A	X
La proyección de inflación para el 2016 se ha establecido en 4%, pero el comportamiento a la fecha ha tenido otro pronóstico.		
	A	X
Tasas de interés. La tasa de intervención del Banco de la República para el 2015 tuvo una preliminar de 5.75% con proyección al 2016 de 5.54%		
	A	X
El petróleo sufre una grave descompensación en sus precios en los mercados internacionales.		
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor		

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Alto tiempo para el retorno de la inversión

Para poder contextualizar esta variable, se ha recopilado la información de Van Agt (2012), donde estructuran el análisis de retorno de inversión para un sistema fotovoltaico en Europa siguiendo los indicadores específicos de Holanda.

Como el aumento de los precios del petróleo tiene un impacto en el precio de la electricidad, sería interesante ver cuál es el periodo de recuperación de un sistema de energía fotovoltaica. La recuperación de la inversión de un sistema fotovoltaico se realiza mucho antes de finalizar su vida útil garantizada y su ahorro a largo plazo en costes de electricidad puede ser de siete veces mayor que el coste de la inversión (basado en precios holandeses).

En los últimos años, el aumento anual del precio de electricidad en los Países Bajos fue en promedio de 7%. Se espera que debido al problema del pico del petróleo, el precio del petróleo seguirá aumentando considerablemente. Como el precio del gas está vinculado con el precio del petróleo, este también aumentará significativamente.

El auge de las economías en Asia junto con el alto precio del petróleo dará lugar a una demanda creciente del carbón. Esto significa que el precio del carbón aumentará. Dado que, por desgracia, la mayoría de la electricidad aún sigue siendo producida convencionalmente por centrales eléctricas de gas y de carbón, esto resultará en un aumento del precio de la electricidad.

Así que tiene sentido comprobar cómo este aumento de los precios de la electricidad impacta el retorno de la inversión de una instalación fotovoltaica. Se ejemplificara primero la cantidad de electricidad que genera en realidad un sistema fotovoltaico.

La capacidad máxima de una instalación fotovoltaica se expresa a menudo en vatios pico (Wp). Esta es la capacidad máxima que el sistema fotovoltaico puede generar en circunstancias óptimas. Para comparar los sistemas fotovoltaicos se utiliza a menudo el precio / Wp.

Como regla general se puede multiplicar la potencia en vatios pico por un factor solar fijo para obtener el rendimiento promedio anual en kWh. El factor depende del tipo de paneles solares,

inversores y la cantidad anual de sol en la zona donde se encuentran los paneles fotovoltaicos. El factor solar que se utiliza a menudo en los Países Bajos es entre el 0,8 y el 0,9.

Ejemplo: Una instalación fotovoltaica de 1 000 Wp con un factor solar de 0,9 proporciona un rendimiento anual de 900 kWh.

En la actualidad no está claro cuánto se elevará el precio de la electricidad debido al problema del pico del petróleo. Por lo tanto, se ha basado el cálculo en dos escenarios diferentes:

Escenario 1. El precio de la electricidad continuará creciendo con la tendencia normal del 7% anual, como en los últimos 10 años. Esta situación puede producirse si de repente se encuentra una gran cantidad de petróleo y gas para satisfacer la creciente demanda y compensar la disminución de la producción de petróleo/gas en los pozos existentes, o cuando se tenga la capacidad, a corto plazo, de ser totalmente independientes de los combustibles fósiles para nuestra producción de electricidad.

Escenario 2. El precio de la electricidad crece más rápidamente debido al rápido aumento de los precios del petróleo, así como los del gas y del carbón, que están asociados. Principalmente este aumento está causado por el problema del pico del petróleo y tendrá efectos más persistentes. En el cálculo del escenario 2 se usa un promedio anual de aumento del 14% del precio de la electricidad.

Para el cálculo del período de recuperación de una instalación fotovoltaica, se hacen las suposiciones de la Figura 19.

Precio / Wp	€ 5
Factor solar	0,9
Sistema fotovoltaico	2500 Wp
Rendimiento kWh	2250 kWh
Inversión	€ 12500
Precio actual de la electricidad (consumidor)	€ 0,20

Figura 19. Suposiciones para cálculo del retorno de la inversión. Fuente: (Van Agt, 2012)

Al realizar el ejercicio matemático sobre la vida útil del sistema fotovoltaico (25 años), se obtienen los siguientes resultados de la Figura 20.

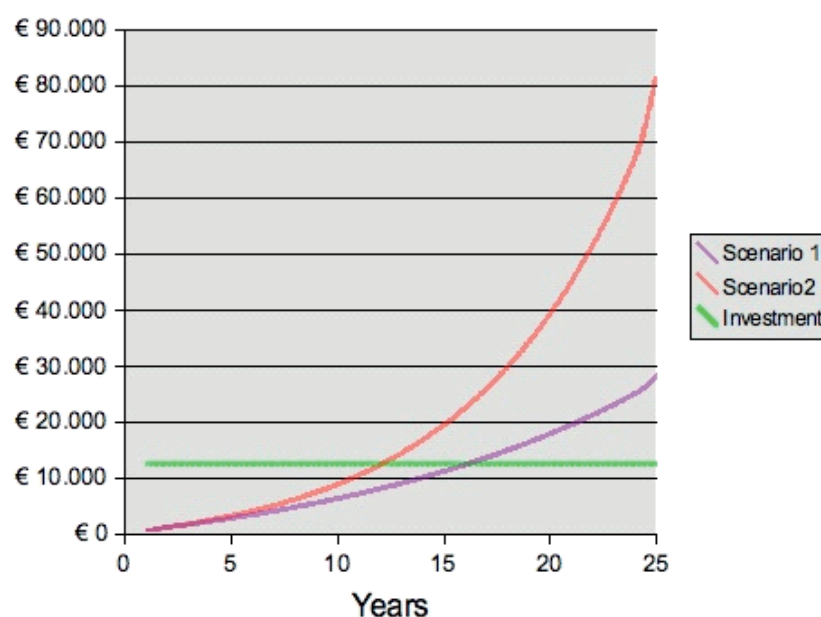


Figura 20. Gráficas de inversión y retorno de inversión en dos escenarios. Fuente: (Van Agt, 2012)

Como se puede ver en el gráfico, hay una gran diferencia entre ambos escenarios a largo plazo. El ahorro a largo plazo sobre los costes de electricidad en el escenario 1 es 2 veces superior a la inversión. En el escenario 2 es incluso 7 veces mayor.

El gráfico siguiente muestra que los sistemas fotovoltaicos se pagan a sí mismos mucho antes de su vida útil garantizada de 25 años.

	Incremento anual en el precio de la electricidad	Recuperación de la inversión	Ahorro neto después de 25 años
Escenario: 1	7%	16 años	€ 15.962
Escenario: 2	14%	12 años	€ 68.933

Figura 21. Resultados por escenario. Fuente: (Van Agt, 2012)

Muchas veces, los inversionistas requieren un rápido retorno de la inversión para empezar a generar utilidades, por lo cual puede resultar poco atractiva la participación en dichos proyectos a largo plazo. Sin embargo, el riesgo asociado a la tecnología en este tipo de inversión no es alto, ya que son sistemas de bajo mantenimiento y de una larga vida útil.

Tasa de cambio con el dólar al alza

Estos últimos meses la economía colombiana ha tenido una coyuntura con la tasa cambiaria respecto al dólar. Desde Abril del año pasado se ha tenido un incremento casi gradual desde los \$2.400 hasta los \$3.200 por estos días.

El sector de las energías renovables en el país es uno que está prácticamente soportado por el comercio exterior en términos de importación. La devaluación del peso colombiano hace que para el importador se convierta en un obstáculo generar ventajas competitivas frente a las alternativas energéticas del mismo sector, lo cual propicia un rezago por falta de interés en el mercado nacional o regional debido a temas de costos.

En la gráfica abajo se puede ver el comportamiento mes a mes de la moneda nacional frente al

dólar para el año pasado.

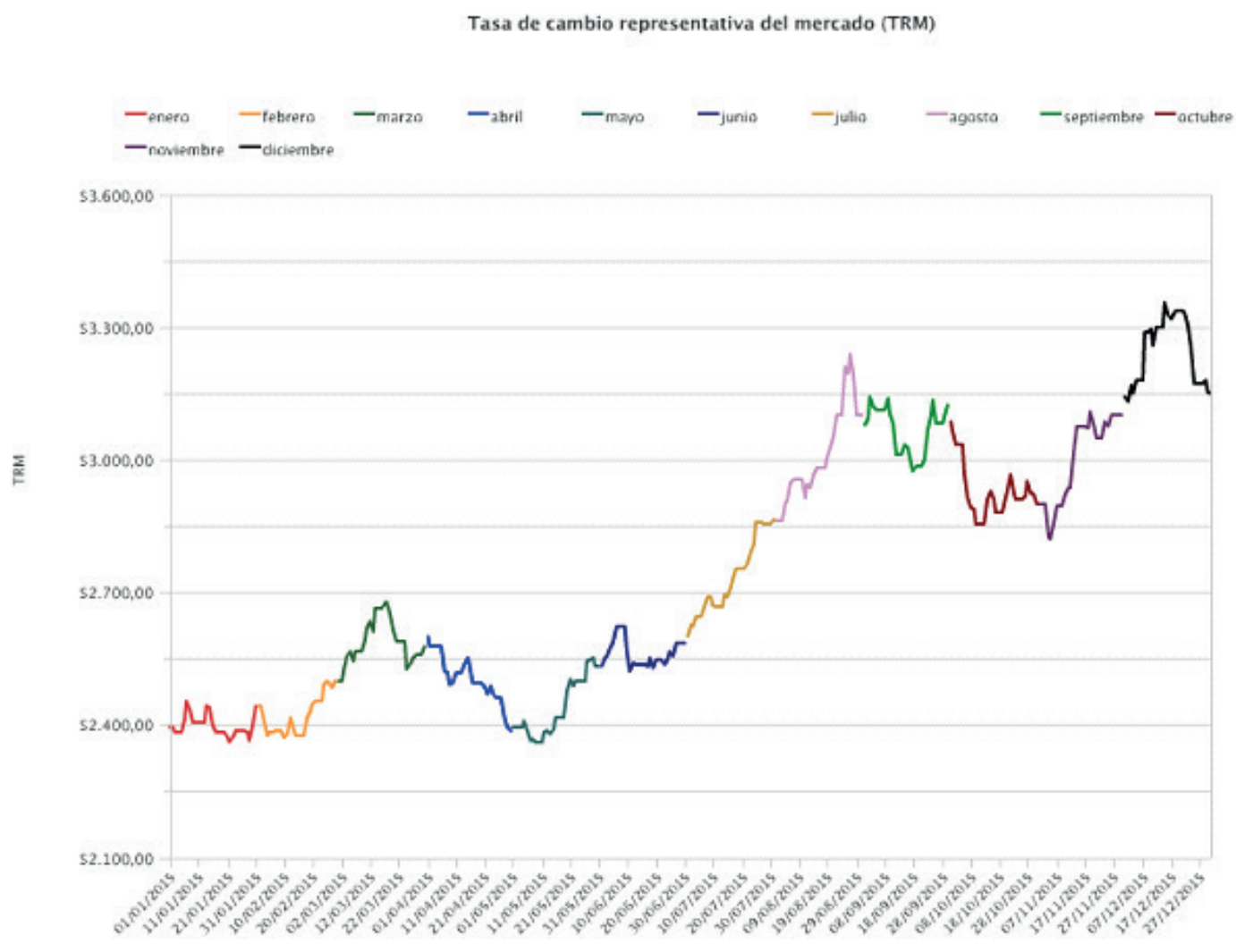


Figura 22. Comportamiento TRM 2015. Fuente: Banco de la Republica

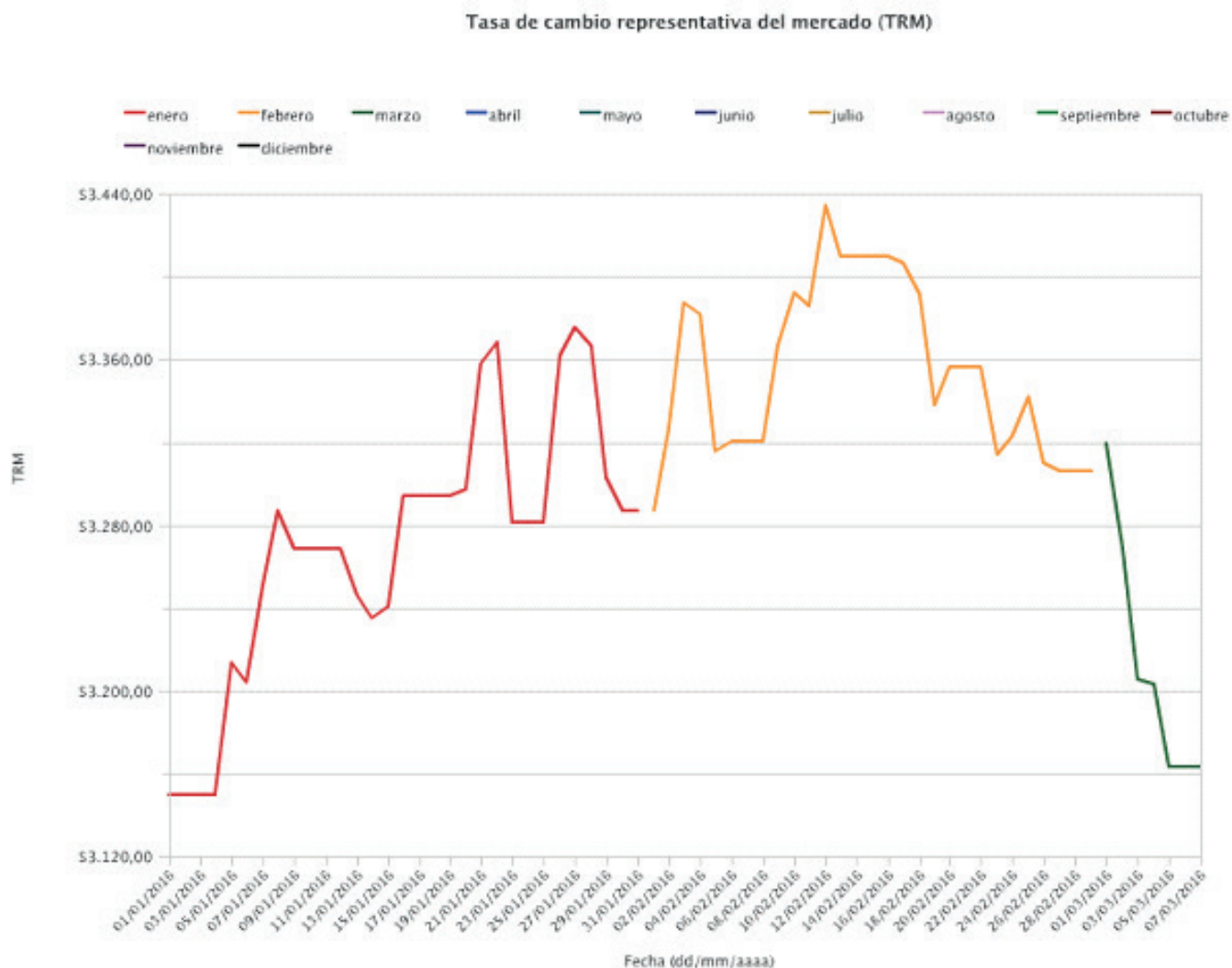


Figura 23. TRM 2016 a inicios de Marzo. Fuente: Banco de la Republica

Ahora bien, trasladando la estadística al 2016 se observa con mucha reserva el que el dólar estabilice o que la TRM empiece a declinar. Las estadísticas son las entregadas por el Banco de La Republica a través de la Superintendencia Financiera de Colombia.

Importación de productos al mercado colombiano

De acuerdo a los indicadores financieros en Semana (2016), se muestra como ha crecido el volumen de importaciones en los últimos años, donde por supuesto estaría clasificada la tecnolo-

gía implementada en la energía solar fotovoltaica. La figura a continuación puede ilustrar al respecto.

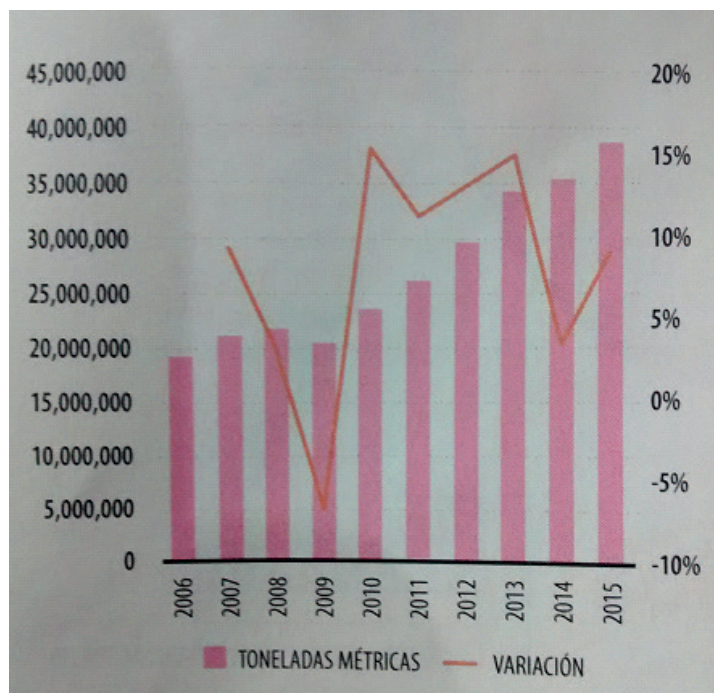


Figura 24. Comportamiento histórico del volumen en las importaciones de Colombia 2006-2015. Fuente: Revista Semana 2016. Marzo.

Esto indica que la industria colombiana aún está alejada de ser manufacturera en muchos sectores, incluyendo las energías renovables, donde prácticamente todos los elementos para su aplicación en el país deben ser importados.

Se considera que de verse esta continuidad en el alza del dólar descrita en la variable anterior, posiblemente desencadene en una caída de las importaciones del país y por consiguiente se vea estancada o congelada su evolución/emergimiento en el mercado de las energías renovables.

Facturación energética residencial y comercial

El principio establecido por ley es que se reconoce al prestador del servicio el costo eficiente

en que se incurre. El costo de generación, en el caso del Sistema Integrado Nacional (SIN), es el que resulta del mercado y no privilegia una tecnología en particular. A diferencia de algunos países desarrollados, en Colombia no existe una tarifa verde que permita reconocer los mayores costos en que incurren ciertas tecnologías de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) (CORPOEMA, 2010).

El precio de la electricidad en Colombia y en comparación con referentes internacionales 2012-2015, para el mercado regulado el referente de precio adecuado es el costo unitario (CU) del servicio. La estimación del CU promedio del país se hizo con base en los pliegos tarifarios de doce empresas que en conjunto representan el 90% del mercado. Se tomaron los cargos tarifarios mensuales para obtener los cargos anuales promedio por empresa.

A partir de éstos y ponderando por la energía se obtienen el CU anual promedio discriminado en cada uno de sus componentes. Se presentan tres series: En pesos corrientes, en pesos constantes de enero de 2012 deflactando por el IPC y en dólares (Velez Alvarez, 2015).

En la figura a continuación se presenta inicialmente el CU promedio nacional en pesos corrientes. En la parte inferior de la tabla se muestra la participación porcentual de cada componente. Entre 2012 y 2015, el incremento nominal del CU es de 10%, aproximadamente igual a la inflación del período.

La participación del costo de generación en el costo unitario total pasa de 36,8% a 39,2%. Los demás componentes permanecen estables, con excepción del costo por restricciones que pasa de 3,7%, en 2012, a 0,5%, en 2015.

Costo Unitario para el Mercado Regulado \$/KWh - pesos corrientes				
Componentes	2012	2013	2014	2015
Generación	132	143	152	153
Transmisión	21	21	21	23
Distribución	129	129	135	141
Comercialización	38	39	41	42
Costos de pérdidas	25	27	28	29
Restricciones	13	4	5	2
Total	358	362	381	391
Participación de los componentes (%)				
Generación	36,8	39,3	39,9	39,2
Transmisión	5,9	5,8	5,5	5,9
Distribución	36,0	35,5	35,3	36,1
Comercialización	10,5	10,8	10,7	10,9
Costos de pérdidas	7,1	7,4	7,4	7,3
Restricciones	3,7	1,2	1,3	0,5
Total	100	100	100	100
Fuente: Pliegos tarifarios de las empresas - Cálculos propios				

Figura 25. Costo unitario promedio nacional de energía para el mercado regulado. Pesos corrientes. Fuente: Velez Alvarez (2015)

La figura siguiente se presenta el CU promedio nacional en pesos constantes de 2012. Entre 2012 y 2013, el CU disminuye en términos reales; aumenta entre 2013 y 2014 y cae nuevamente entre 2014 y 2015.

Costo Unitario para el Mercado Regulado \$/KWh - pesos constantes de enero de 2012				
Componentes	2012	2013	2014	2015
Generación	131	138	143	140
Transmisión	21	20	20	21
Distribución	128	125	127	129
Comercialización	37	38	38	39
Costos de pérdida	25	26	26	26
Restricciones	13	4	5	2
Total	354	351	359	356
Fuente: Pliegos tarifarios de las empresas - Cálculos Propios				

Figura 26. Costo unitario promedio nacional para el mercado regulado. Pesos constantes Enero 2012. Fuente: Velez Alvarez (2015)

El costo unitario equivale a la tarifa media sólo en el caso del estrato 4; en los demás ésta puede ser menor o mayor por la aplicación de los subsidios y las contribuciones. Las empresas de distribución reportan mensualmente al Sistema Único de Información – SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) el número de suscriptores, el consumo total y el valor facturado.

De ahí podría obtenerse a nivel de empresa, municipio, departamento y país la tarifa media para cada uno de los sectores de consumo y para cada estrato, en el sector residencial. Sin embargo, los reportes que se extraen del SUI tienen problemas eventuales de confiabilidad, situación que ha sido mencionada en varias oportunidades para que se pueda terminar de ajustar y consolidar dicho sistema.

En efecto, los resultados no pueden ser más extraños: La tarifa media de los estratos bajos es más elevada que la de los estratos altos. Esta anomalía se presenta en todos los años considerados en este informe y en todos los meses.

Tarifa media residencial 2014				
\$/KWh				
	EPM	CODENSA	EMCALI	CHEC
E 1	389,6	378,5	381,5	392,9
E 2	389,6	376,7	397,5	398,7
E 3	387,9	376,3	394,0	396,5
E 4	382,8	373,0	386,0	387,7
E 5	380,5	375,1	386,6	381,8
E 6	372,1	373,9	380,9	373,1
Residencial	385,8	375,9	390,3	392,5
CU	360,4	379,6	404,7	399,0
Fuente: SSPD - SUI				

Figura 27. Tarifa media residencial 2014. Principales prestadores del servicio en Colombia SUI. Fuente: Velez Alvarez (2015)

En vista de esta situación es necesario estimar la tarifa media nacional a partir del CU nacional promedio. Este cálculo se presenta en la siguiente figura. La primera columna muestra las tarifas residenciales como porcentaje del CU, de acuerdo con la política actual de subsidios y contribuciones.

En la segunda columna, se presenta la distribución por estratos de los usuarios residenciales de las empresas de la muestra en 2014. La última la el CU nacional promedio de 2014 y 2105, en pesos corrientes y centavos de dólar. Ponderando estas cifras por los porcentajes del CU de cada estrato, se obtienen las tarifas medias por estrato en pesos y en centavos de dólar para cada uno de los dos años considerados.

Finalmente, ponderando por la distribución de los usuarios residenciales por estrato, se obtiene la tarifa residencial promedio que se muestra en la antepenúltima fila, en cada moneda y año. En síntesis, la tarifa residencial promedio nacional de 2014 y 2015, se sitúa alrededor de 13,8 y 11,5 centavos de dólar por kilovatio-hora, respectivamente.

Tarifa Media Residencial Nacional						
Estratos residenciales	% CU	% Residencial	Tarifa Media 2014		Tarifa media 2015	
			\$/KWh	US\$cents/KWh	\$/KWh	US\$cents/KWh
Estrato 1	40	12,7	152,5	7,6	156,2	6,3
Estrato 2	50	34,0	190,6	9,5	195,3	7,9
Estrato 3	85	31,2	324,1	16,2	332,0	13,4
Estrato 4	100	13,0	381,3	19,1	390,6	15,8
Estrato 5	120	5,6	457,5	22,9	468,7	19,0
Estrato 6	120	3,5	457,5	22,9	468,7	19,0
Total Residencial		100,0	276,5	13,8	283,2	11,5
CU Nacional			381,3	19,1	390,6	15,8

Figura 28. Tarifa residencial promedio 2014-2015. Fuente: Velez Alvarez (2015)

Después de este resumen informativo sobre las tarifas de la electricidad en Colombia, es im-

portante mencionar que la energía renovable por paneles solares fotovoltaicos tiene la posibilidad de integrarse en paralelo con la red eléctrica convencional. Esto quiere decir que la energía generada por el sistema puede ser retornada a la red eléctrica lo que impactaría positivamente las tarifas residenciales y comerciales.

Como se puede observar en Colombia, (2014), la ley 1715 de 2014 en su artículo 19 menciona:

El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Minas y Energía considerará esquemas de medición para todas aquellas edificaciones oficiales o privadas, industrias, comercios y residencias que utilicen fuentes de generación solar. El esquema de medición contemplará la posibilidad de la medición en doble vía (medición neta), de forma que se habilite un esquema de autogeneración para dichas instalaciones (p. 15).

Se observa en la próxima figura lo siguiente (Sitiosolar, 2013):

Consumo total día vivienda: 1.6 kwh

Producción paneles: 2.4 kwh

Inyección a la red: 0.8 kwh

Toma de la red: 1 kwh

Diferencia: 0.2 kwh

Porcentaje de ahorro: 92.3%

Porcentaje tomado de la red: 7.7 %

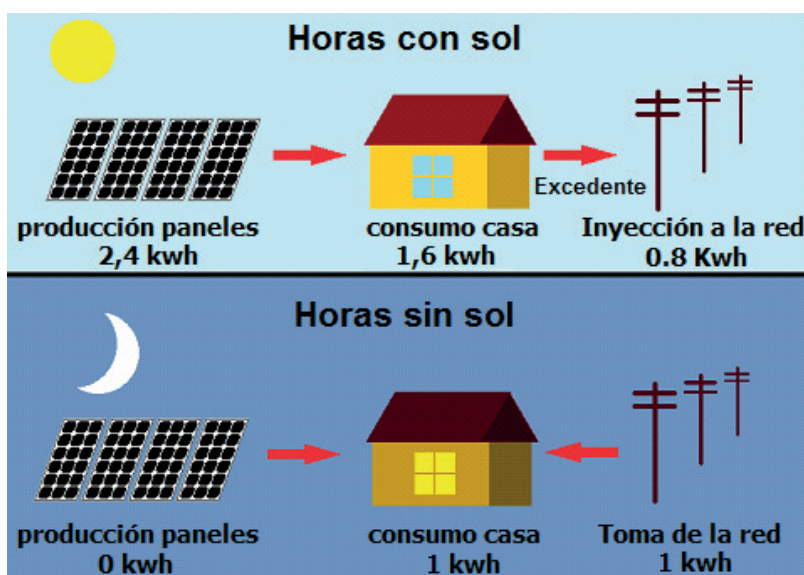


Figura 29. Ejemplo de medición neta. Fuente: (Sitiosolar, 2013)

Reducción de la inversión extranjera en sectores afines con el de la energía renovable solar fotovoltaica

Revisando la información financiera del país durante los últimos años, se puede destacar que la inversión extranjera en el sector de la electricidad (en compañía de gas y agua) presento una disminución entre el 2014 y 2015, tomando como unidad de análisis el acumulado de los tres primeros trimestres de dichos años, pasando de 427 M USD del 2014 a 112 M USD para el 2015 (Republica, 2016b).

AÑO		TOTAL	Sector Petrolero	Subtotal Resto de Sectores	Agricultura Caza, Silvicultura y Pesca	Minas y Canteras (incluye carbón)	Manufactureras	Electricidad, Gas y Agua	Construcción	Comercio, Restaurantes y Hoteles	Transportes, Almacenamiento y Comunicaciones	Servicios Financieros y Empresariales 1/	Servicios Comunales
2013 p	I TRIM	3.670	968	2.703	39	825	445	45	25	504	312	431	76
	II TRIM	4.015	2.010	2.005	59	879	211	117	65	214	315	46	99
	III TRIM	4.713	983	3.730	68	682	1.158	107	146	252	547	672	98
	IV TRIM	3.812	1.151	2.661	130	591	667	45	117	391	213	456	51
	TOTAL	16.209	5.112	11.098	296	2.977	2.481	314	354	1.361	1.386	1.606	324
2014 p	I TRIM	3.815	815	2.999	35	794	541	86	138	186	599	555	65
	II TRIM	5.000	1.920	3.080	33	640	596	147	156	344	494	591	79
	III TRIM	3.724	1.094	2.630	112	135	802	194	186	361	424	465	-48
	IV TRIM	3.786	903	2.883	23	13	898	96	190	230	477	867	89
	TOTAL	16.325	4.732	11.593	203	1.582	2.837	523	669	1.122	1.994	2.478	185
2015 p	I TRIM	3.062	965	2.097	56	477	759	31	87	561	-381	433	74
	II TRIM	3.816	1.062	2.755	68	244	608	40	233	485	220	782	76
	III TRIM	2.357	994	1.363	34	-108	510	41	227	418	38	156	47
	IV TRIM												
	TOTAL												

Fuente: Banco de la República, Subgerencia de Estudios Económicos - Balanza de Pagos

pr: Provisional p: Preliminar

1/ Comprende las actividades auxiliares de la intermediación financiera y las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler

Figura 30. Flujos de inversión extranjera en Colombia según actividad económica (USD Millones). Fuente: Banco de la Republica, Subgerencia de estudios económicos. Balanza de pagos

Ventajas económicas de viviendas con sistemas de energías renovables

Se tiene la certeza de que la implementación de energía solar a nivel residencial tendría un impacto positivo en la economía familiar a largo plazo, por tal motivo se determina que las viviendas con estos sistemas ya instalados son de mayor valorización que las convencionales.

Una vez implementada en el hogar, la energía solar puede utilizarse para calentar la casa o para generar agua caliente. Con esto no solo se reducen las facturas de servicios públicos, sino también se puede valorizar la vivienda al momento de venderla (Construoaxaca, 2016).

En Cali (Valle) se está haciendo un piloto con cinco viviendas en un barrio del oriente de la ciudad, con el ánimo de ver sus resultados y estudiar la viabilidad de implementar un proyecto nacional en alrededor de 4000 casas.

Esta iniciativa, que busca encontrar opciones para adoptar proyectos de energía alternativa en Cali, se inició con la instalación de paneles solares en los techos de estas casas, los cuales convierten la radiación solar en electricidad.

De acuerdo con el gerente de Energía de Emcali, Andrés Felipe Jaramillo, este es un proyecto donde se evaluará cuál es la viabilidad técnica y financiera para desarrollar la energía solar fotovoltaica a nivel residencial en la ciudad.

En Pais (2015) se menciona que se empezara con proyecto piloto en viviendas de estratos bajos generando impacto social en la generación independiente de energía. Esto aliviaría el subsidio energético del gobierno y que con la larga vida de los paneles aseguran la generación de

energía por muchos años.

Emcali indicó que el objetivo en el largo plazo y una vez se hagan las evaluaciones técnicas y financieras respectivas, es llegar a masificar este modelo y que los usuarios cambien su rol dentro del mercado: Potencialmente pasarán de ser creadores de la demanda, a ser participantes activos en la generación de energía.

Por su parte, el ingeniero Gerardo Rojas, del departamento de energía de Emcali, explicó que en cada una de las viviendas, además de las celdas fotovoltaicas, se instaló un medidor, y en el poste, una caja de medición inteligente.

Los primeros resultados del piloto serán conocidos en el mes de marzo del 2015. Se espera tener conclusiones sobre las condiciones requeridas para la viabilidad de su masificación, así como los avances en su regulación (Pais, 2015).

Se destaca que no solamente se tiene una ventaja económica para el usuario final de la vivienda, sino para el Gobierno, el cual soporta una carga económica importante para los estratos que son beneficiados a través de tarifas energéticas subsidiadas.

PIB. Se tiene un valor preliminar de 816.000 con proyección a 2016 de 879.000 [miles de millones \$]

El PIB pronostica tener una leve variación respecto al 2015, lo que realmente se apreciaría como un decrecimiento del 2 9% en el 2015 al 2 8% en el 2016 (Dinero, 2016).

De acuerdo a cifras recopiladas del Banco de la Republica se tiene la siguiente tabla de comportamiento.

Metodología Año Base 2005						
Fin de:	Miles de Millones de pesos	Total		Por habitante		
		Variación porcentual	Millones de Dolares	Pesos	Variación anual %	Dólares
2000	208.531	-	99.899	5.175.036	-	2.479
2001	225.851	8,31	98.206	5.533.727	6,93	2.406
2002	245.323	8,62	97.818	5.935.881	7,27	2.367
2003	272.345	11,01	94.646	6.507.808	9,64	2.262
2004	307.762	13,00	117.188	7.263.936	11,62	2.766
2005	340.156	10,53	146.570	7.931.153	9,19	3.417
2006	383.898	12,86	162.808	8.844.362	11,51	3.751
2007	431.072	12,29	207.411	9.813.388	10,96	4.722
2008	480.087	11,37	244.163	10.800.329	10,06	5.493
2009	504.647	5,12	234.035	11.219.656	3,88	5.203
2010	544.924	7,98	287.121	11.973.830	6,72	6.309
2011	619.894	13,76	335.410	13.462.903	12,44	7.284
2012p	664.240	7,15	369.385	14.259.639	5,92	7.930
2013p	710.497	6,96	380.169	15.078.111	5,74	8.068
2014p	757.506	6,62	378.624	15.893.361	5,41	7.944
2015p	710.497	-6,21	225.593	14.739.560	-7,26	4.680
(p) Provisional.						
Nota: Para las series de PIB en dólares se utiliza la serie de "tasa de cambio nominal promedio".						
Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales y Banco de la República, Estudios Económicos Cálculos Banco de la República - Cuentas Financieras.						

Figura 31. Comportamiento anual del PIB en Colombia. Fuente: DANE y Banco de la Republica

Esta ligera variación del PIB en el país, suponen una contractura económica que puede a largo plazo perjudicar el desarrollo de la industria colombiana.

IPC Colombia Marzo 2016							
		Interanual		Acum. desde Enero:		Variación mensual	
IPC General [+]	8,0%			3,6%		0,9%	
Alimentos y bebidas no alcohólicas [+]	12,4%			5,9%		1,6%	
Vestido y calzado [+]	4,1%			1,5%		0,5%	
Vivienda [+]	6,6%			2,3%		0,8%	
Medicina [+]	6,6%			3,9%		1,2%	
Transporte [+]	5,4%			1,8%		0,3%	
Comunicaciones [+]	3,9%			2,6%		2,3%	
Ocio y Cultura [+]	6,6%			1,2%		-1,0%	
Enseñanza [+]	6,4%			5,7%		0,0%	
Otros bienes y servicios [+]	8,6%			3,2%		1,1%	

Figura 32. Comportamiento del IPC en Colombia 2016 (Marzo). Fuente: (Macro, 2016)

La proyección de inflación para el 2016 se ha establecido en 4% , pero el comportamiento a la fecha entrega otro pronóstico

La tasa de variación anual del IPC en Colombia en marzo de 2016 ha sido del 8,0%, 4 décimas superior a la del mes anterior. La variación mensual del IPC (Índice de Precios al Consumo) ha sido del 0,9%, de forma que la inflación acumulada en 2016 es del 3,6%.

Hay que destacar la subida del 2,3% de los precios de Comunicaciones, hasta situarse su tasa interanual en el 3,9%, que contrasta con el descenso de los precios de Ocio y Cultura del 1,0%, y una variación interanual del 6,6% (Macro, 2016).

Este comportamiento incremental del IPC en lo recorrido del año pronostica un incremento en el precio de productos y servicios de tal forma que impacten negativamente la oportunidad de expansión el negocio de las energías renovables fotovoltaicas.

Tasas de Interés. La Tasa de Intervención del Banco de la Republica para el 2015 tuvo una preliminar de 5.75% con proyección al 2016 de 5.54%

Recopilando la información encontrada en Republica (2016a) se encuentra un incremento en la tasa de interés de intervención de 25 pb y se situó en 6.5%.

La sustentación del incremento se presenta de la siguiente forma:

En síntesis, persiste una brecha significativa entre el gasto y el ingreso nacional. Los altos incrementos en los precios de los alimentos y el traspaso parcial de la depreciación a los precios internos continúan ejerciendo presiones sobre la inflación. Las expectativas de inflación se mantienen elevadas y el riesgo de una desaceleración de la demanda interna que exceda el deterioro del ingreso nacional sigue siendo moderado. Con el fin de asegurar que la inflación converja a la meta en 2017 y contribuir a la reducción del déficit de cuenta corriente, la Junta Directiva decidió continuar con la senda de incrementos de 25 pb en la tasa de interés de referencia (Republica, 2016a).

Por lo anterior, se observa que no se está cumpliendo la proyección estimada por el grupo técnico especializado, esto dado que se ha visto afectado el entorno macroeconómico del país, lo que conduce al banco a intervenir oportunamente las tasas de interés.

El petróleo sufre una grave descompensación en sus precios en los mercados internacionales.

Actualmente se vive bajo una coyuntura en la caída del precio del barril de petróleo, poniendo en una difícil situación económica al país, ya que su economía gira en torno a este sector. Como lo presenta el artículo del diario regional El País (Pais, 2016), donde explica esta situación de una forma detallada.

Existen afectaciones directas como el incremento en el precio de productos importados debido al endurecimiento del dólar, la reducción de en la generación de empleo dado que el país recibe menos divisas, el incremento en las tasas de interés debido a la inflación, recorte de subsidios y generación adicional de impuestos.

3.1.1.8. Entorno Político

Tabla 13

Guía de análisis para el entorno político

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Político					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Plan nacional de desarrollo 2014-2018.	O				X
Plan energético nacional – Colombia: Ideario energético 2050.	O				X
Lograr la integración de las FNCER al sistema energético nacional colombiano.	O				X
Realizar subestrategias y líneas de acción propuestas por nicho de oportunidad	O				X
A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor					

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018

En este documento se estableció como estrategia transversal en Infraestructura y Competitividad Estratégica, para aumentar la productividad y competitividad, la visión de desarrollar productos con mayor producto agregado (ver Figura).



Figura 33. Visión plan nacional de desarrollo

METAS		
	Linea base	Meta 2018
1 Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) como % del PIB	0,5	0,9
2 Porcentaje de Empresas Innovadoras	27,1	30,0
3 Porcentaje de red vial nacional (red primaria) en buen estado	60%	75%
4 Transporte de carga por los modos férreo, fluvial y aéreo – mill/Ton (sin carbón)	6,2	7,4
5 Capacidad instalada total con fuentes no convencionales de energía en zonas no interconectadas (MW)	2,8	20

Infraestructura y competitividad estratégicas | DNP Departamento Nacional de Planeación | TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Figura 34. Metas plan nacional de desarrollo

Plan Energético Nacional - Colombia: Ideario Energético 2050

En este documento, Plan Energético Nacional o Ideario Energético 2050, se plantean los lineamientos con los que se busca alcanzar el objetivo principal propuesto, para lo cual se han definido cinco objetivos específicos focalizados a la oferta energética, la demanda, la universaliza-

ción, las interconexiones internacionales y la generación de valor alrededor del sector energético.

De igual forma se formulan dos objetivos transversales, necesarios para contar con la información, conocimiento y recurso humano, así como para desarrollar y armonizar el marco institucional y de esta manera facilitar la implementación de la política energética nacional.

Estos objetivos se ilustran en la Figura 35, en su versión ampliada para los sectores minero y energético.



Figura 35. Objetivos sectoriales. Fuente: UPME

El primer objetivo específico está orientado a la oferta energética, en particular a alcanzar un suministro confiable y diversificar la canasta de energéticos. A grandes rasgos, este objetivo está

encaminado a incorporar otras fuentes energéticas y sus tecnologías asociadas tanto a la producción de energía eléctrica como a la de combustibles usados principalmente en el sector transporte, la industria y el sector residencial con el fin de garantizar un suministro de energía seguro y confiable.

Igualmente busca que la infraestructura de transporte asociada esté disponible y se integre de manera armónica en los ecosistemas y sociedades y tenga en cuenta el cambio técnico.

El segundo objetivo busca promover la gestión eficiente de la demanda en todos los sectores de la demanda e incorporar tecnologías de transporte limpio. Con este objetivo se busca reducir la intensidad energética del país, contribuyendo así al desarrollo bajo en carbono, al lograr una disminución de la demanda y eficiencias en el consumo, teniendo como base señales eficientes de precios, así como por mejores hábitos o por la adopción de nuevas y mejores tecnologías.

Las medidas encaminadas a mejorar la eficiencia energética permiten simultáneamente mejorar la confiabilidad del suministro y mitigar el impacto ambiental de la explotación, generación y transporte de la energía.

El tercer objetivo está claramente encaminado a mejorar la equidad energética del país, que como se mencionó anteriormente es donde debe haber los mayores avances. El objetivo definido en el plan busca avanzar en la universalización y asequibilidad del servicio de energía, en la medida que aún hay regiones del país que no cuentan con un suministro continuo de energéticos.

En este renglón de acción se contempla además de garantizar el acceso al servicio, la concepción de esquemas de energización que simultáneamente tengan un bajo impacto ambiental y sean financieramente asequibles para los consumidores.

El cuarto objetivo tiene como finalidad estimular las inversiones en interconexiones internacionales y en infraestructura para la comercialización de energéticos estratégicos.

La interconexión con los países vecinos y el mercado exterior tiene un doble propósito, en primer lugar permite robustecer el suministro energético interno y en segunda instancia mejorar la competitividad del país.

Finalmente, el quinto objetivo es un llamado a viabilizar la generación de valor en el sector energético para el desarrollo de regiones y poblaciones. Este objetivo está orientado a maximizar la contribución del sector energético colombiano a las exportaciones, a la estabilidad macroeconómica, a la competitividad y al desarrollo del país.

Se tiene la firme convicción que las cadenas de valor alrededor de la explotación energética son un camino mediante el cual se pueden superar los problemas de pobreza y fragmentación social de algunas regiones del país.

Los dos objetivos transversales están enfocados a contar con los soportes o sustentos requeridos para el desarrollo del sector. El primer o sexto objetivo está encaminado a crear vínculos entre la información, el conocimiento, la innovación en el sector energético para la toma de decisiones y a disponer del capital humano necesario para su desarrollo.

El segundo objetivo transversal o séptimo objetivo tiene como fin contar con un Estado más eficiente, actualizar y modernizar los marcos regulatorios sectoriales, así como atender los retos ambientales y sociales, para facilitar la adopción y desarrollo de los cambios técnicos y transaccionales enunciados.

Este capítulo está dividido en dos grandes partes: La primera contiene los lineamientos gene-

rales que la UPME propone para ejecutar los cinco objetivos específicos que se han planteado para el sector energético. En la segunda parte se exponen los requerimientos y cambios institucionales que se requieren para cumplir con lo previsto en esta propuesta de política energética.

Lograr la Integración de las FNCER al Sistema energético nacional colombiano

Fundamentadas en el marco legal establecido por las Leyes 142 y 143 de 1994 (Ley de servicios públicos domiciliarios y ley de energía eléctrica), la Ley 1665 de 2013 (aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energía Renovable –IRENA–) y la Ley 1715 de 2014:

Su objeto se extiende a través del propósito formulado, a lograr la diversificación de la canasta energética nacional, reducir las externalidades negativas del sector, minimizar la emisión futura de GEI, y lograr un desarrollo sostenible de los sectores energético y productivo del país, a través del aprovechamiento económico de potenciales debidamente identificados en materia de FNCER.

La estrategia pretende entonces influir de manera positiva en las acciones y decisiones que en adelante serán ejecutadas por el gobierno, agentes, empresas y personas del común para apoyar, promover y gestionar proyectos con FNCER, a través de dos ramas principales que cobijan:

i) la integración de proyectos de generación y cogeneración para la entrega de energía eléctrica proveniente de los nichos de oportunidad identificados, conectados al SIN y ii) la utilización de estas fuentes en soluciones energéticas a ser desarrolladas y optimizadas en las ZNI.

Por otra parte, en lo que se refiere a fomentar la participación de las FNCER en otros usos energéticos no eléctricos, que desplacen el consumo de combustibles fósiles, la estrategia formulada propone igualmente acciones complementarias orientadas en tal dirección. Esta propuesta

así mismo incluye:

- Reglamentar los incentivos dispuestos por la Ley 1715 a través de un trabajo conjunto interinstitucional en el que participen el MME, el MADS, el MHCP, el MCIT y entidades como la UPME, la ANLA y la DIAN; expedir procedimientos sencillos, ágiles, claros y con los debidos controles, que resulten asequibles tanto a pequeños como a grandes inversionistas, y que reciban una buena difusión para su efectivo uso. También se propone llevar registros que puedan ser manejados con transparencia, haciéndolos visibles al público para evidenciar los efectos obtenidos de la aplicación de la Ley, y de igual manera se propone hacer explícita la aplicabilidad de los incentivos a proyectos tanto de generación eléctrica como térmica con FNCE.
- Elaborar un plan integral para el aprovechamiento del recurso eólico de La Guajira, que considere la potencial fuente de empleo e ingresos que este tipo de proyectos pueden representar para la comunidad y el desarrollo sostenible de la región, previendo beneficios sociales para cuya obtención el Estado debe ejercer y trabajar mancomunadamente con la empresa privada, a través del planeamiento estratégico en programas de capacitación, suministro de servicios básicos y adelanto de obras públicas que complementen los procesos a ser emprendidos por los desarrolladores de los proyectos.
- Incorporar a la nueva metodología de cálculo de la Energía firme para el cargo por confiabilidad (ENFICC) para fuentes eólicas, la propuesta elaborada en este estudio para asignar ENFICCs estacionales (verano/invierno) o mensuales en las nuevas subastas de Cargo por Confiabilidad (CxC) a realizarse a futuro.
- Estudiar, diseñar y planificar la adopción de un esquema de mercado intradiario con el fin de permitir o facilitar la participación de fuentes intermitentes como la eólica y la solar en el

mercado de energía mayorista lo mismo que su participación en el despacho central.

- Implementar un esquema de medición neta bajo el cual cada kWh de excedentes entregado a la red por parte de auto generadores a pequeña escala con FNCER sea reconocido por el comercializador y el operador de red como un crédito de energía valorado a la misma tarifa que el usuario autogenerador paga por cada kWh consumido de la red, o a una tarifa cercana a tal valor.
- Eliminar el mínimo Rendimiento Eléctrico Equivalente (REE) como un requisito para acceder a la figura del cogenerador, y en su lugar establecer un requerimiento que cubra tan solo la producción y utilización de energía térmica como eléctrica bajo un mismo proceso, estableciendo un indicador que combine eficiencias eléctrica y térmica como índice de eficiencia que pudiese ser usado para la aplicación de incentivos en dichos procesos. Lo anterior, para evitar que los cogeneradores que no cumplan con el requisito de mínimo REE utilicen la figura de autogenerador para entregar sus excedentes.
- Establecer mecanismos de financiamiento basados en créditos con garantías del Estado, u otro tipo de créditos a bajas tasas de interés, que puedan ser accedidos por aquellos proyectos energéticos basados en el aprovechamiento energético de las biomásas, que por ser desarrollados en el ámbito rural demuestren ofrecer beneficios sociales directos e indirectos a comunidades rurales y campesinas y el asocio de estos proyectos con actividades productivas que hagan partícipes a dichas comunidades (UPME, 2015a).

Realizar subestrategias y líneas de acción propuestas por nicho de oportunidad

Tabla 14

Subestrategias y líneas de acción propuestas por el nicho de oportunidad

Transversales para el SIN	
Subestrategia	Líneas de acción
1. Introducción de mecanismos de mercado y despacho para facilitar la participación y competencia de fuentes intermitentes 2. Diseño y adopción de esquemas que faciliten el desarrollo de proyectos de pequeña escala con FNCER 3. Aplicación de incentivos fiscales de renta, IVA, arancel y depreciación acelerada, para inversiones en proyectos con FNCE, conforme lo dispuesto por la Ley 1715	• Implementación de un mercado intradiario
	• Articulación de mercados
	• Definición de procedimientos simplificados (conexión, operación y comercialización)
	• Adopción de un esquema de medición neta
	• Procedimientos prácticos y accesibles
	• Clara definición de requerimientos
	• Procura de tiempos de respuesta razonables
	• Evaluación de resultados en el tiempo

Tabla 15

Subestrategia para energía solar fotovoltaica

Energía solar FV	
Subestrategia	Líneas de acción
Disposición de un esquema de medición bidireccional que logre una valoración adecuada de los créditos de energía excedente de sistemas de autogeneración a pequeña escala con tecnología solar FV. Esto, sumado a la disposición de procedimientos y requerimientos de conexión que, cuidando la seguridad del sistema, no impidan el fácil acceso de los usuarios a entregar sus excedentes a la red, lo mismo que procedimientos de fácil acceso a los incentivos de Ley y la promoción de esta tecnología a través de acciones ejemplarizantes desde el Gobierno Nacional y entidades públicas	• Adopción de esquema de medición neta
	• Facilidades de conexión para sistemas solar FV
	• Acceso a incentivos tributarios de la Ley 1715
	• Adopción de mínimos estándares de calidad en los sistemas a ser promocionados
	• Garantía de calidad y políticas de incentivos de energía renovables
	• Programas ejemplarizantes
	• Consideración de programas en vivienda de interés social o vivienda prioritaria

3.1.1.9. Entorno Jurídico

Tabla 16

Guía de análisis para el entorno jurídico

GUIA DE ANALISIS DEL MACROAMBIENTE INDUSTRIA/SUBSECTOR: Energía Solar Fotovoltaica SECTOR: Energético ENTORNO: Jurídico					
VARIABLE	A/O	AM	am	om	OM
Ley 697 de 2001 Artículo 10. Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.	O				X
Ley 142 y 143 de 1994. La Ley 142 sobre los servicios públicos domiciliarios y la Ley 143 que hace alusión específicamente al servicio eléctrico; por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.	O				X
Ley 1715 de 2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.	O				X
Ley 1665 de 2013. Aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energía Renovable – IRENA.	O				X
	O			X	
Estatuto Tributario. Artículo 158-2, Literal I – Artículo 428. A: Amenaza; O: Oportunidad; AM: Amenaza Mayor; am: Amenaza Menor; OM: Oportunidad Mayor; om: Oportunidad Menor					

Fuente: Elaboración propia basada en Betancourt Guerrero, B. (2014b)

Ley 697 de 2001

Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

Artículo 10. El Gobierno Nacional a través de los programas que se diseñen, incentivará y promoverá a las empresas que importen o produzcan piezas, calentadores, paneles solares, generadores de biogás, motores eólicos, y/o cualquier otra tecnología o producto que use como fuente total o parcial las energías no convencionales, ya sea con destino a la venta directa al público o a

la producción de otros implementos, orientados en forma específica a proyectos en el campo del Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), de acuerdo a las normas legales vigentes.

Leyes 142 y 143 de 1994

La Constitución Política de 1991 establece el derecho de los servicios públicos domiciliarios y la prestación eficiente por parte de las empresas públicas y privadas que los suministran. En el año 1994 se publica la Ley 142 sobre los servicios públicos domiciliarios y la Ley 143 que hace alusión específicamente al servicio eléctrico; por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.

Ley 1665 de 2013

En el presente Estatuto, por “energías renovables” se entenderán todas las formas de energía producidas a partir de fuentes renovables y de manera sostenible, lo que incluye, entre otras:

La bioenergía, la energía geotérmica, la energía hidráulica, la energía marina, incluidas la energía obtenida de las mareas y de las olas y la energía térmica oceánica, la energía solar y la energía eólica.

Ley 1715 de 2014

Artículo 10. Fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía (FENOG-GE). Créese el fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía para financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía. Los recursos que nutran este Fondo podrán ser aportados por la nación, entidades públicas o privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional. Dicho fondo será reglamentado por el Ministerio de Minas y

Energía y administrado por una fiducia que seleccione el Ministerio de Minas y Energía para tal fin.

Artículo 11. Incentivos a la generación de energías no convencionales. Como fomento a la investigación, desarrollo e inversión en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de FNCE, la gestión eficiente de la energía, los obligados a declarar renta que realicen directamente inversiones en este sentido, tendrán derecho a reducir anualmente de su renta, por los 5 años siguientes al año gravable en que hayan realizado la inversión, el cincuenta por ciento (50%) del valor total de la inversión realizada.

El valor a deducir por este concepto, en ningún caso podrá ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente determinada antes de restar el valor de la inversión.

Para los efectos de la obtención del presente beneficio tributario, la inversión causante del mismo deberá obtener la certificación de beneficio ambiental por el Ministerio de Ambiente y ser debidamente certificada como tal por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, en concordancia con lo establecido en el artículo 158-2 del Estatuto Tributario.

Artículo 12. Instrumentos para la promoción de las FNCE. Incentivo Tributario IVA. Para fomentar el uso de la energía procedente de FNCE, los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la pre inversión e inversión, para la producción y utilización de energía a partir de las fuentes no convencionales, así como para la medición y evaluación de los potenciales recursos estarán excluidos de IVA.

Para tal efecto, el Ministerio de Medio Ambiente certificará los equipos y servicios excluidos del gravamen, con base en una lista expedida por la UPME.

Artículo 13. Instrumentos para la promoción de las energías renovables. Incentivo arancelario. La exención del pago de los derechos arancelarios a que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de generación FNCE y deberá ser solicitada a la DIAN en un mínimo de 15 días hábiles antes de la importación de la maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios y destinados exclusivamente a desarrollar los proyectos de energías renovables, de conformidad con la documentación del proyecto avalada en la certificación emitida por el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que este faculte para este fin.

Artículo 14. Instrumentos para La promoción de las FNCE. Incentivo contable depreciación acelerada de activos. La actividad de generación a partir de FNCE, gozará del régimen de depreciación acelerada. La depreciación acelerada será aplicable a las maquinarias, equipos y obras civiles necesarias para la pre inversión, inversión y operación de la generación con FNCE, que sean adquiridos y/o construidos, exclusivamente para ese fin, a partir de la vigencia de la presente ley.

Para estos efectos, la tasa anual de depreciación será no mayor de veinte por ciento (20%) como tasa global anual. La tasa podrá ser variada anualmente por el titular del proyecto, previa comunicación a la DIAN, sin exceder el límite señalado en este artículo, excepto en los casos en que la ley autorice porcentajes globales mayores. (Colombia, 2014)

Estatuto Tributario

Artículo 158-2. Dedución por inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente. Las personas jurídicas que realicen directamente inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente, tendrán derecho a deducir anualmente de su renta el valor de dichas inversiones que hayan realizado en el respectivo año gravable, previa acreditación que efectúe la autoridad

ambiental respectiva, en la cual deberán tenerse en cuenta los beneficios ambientales directos asociados a dichas inversiones.

El valor a deducir por este concepto en ningún caso podrá ser superior al veinte por ciento (20%) de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión.

No podrán deducirse el valor de las inversiones realizadas por mandato de una autoridad ambiental para mitigar el impacto ambiental producido por la obra o actividad objeto de una licencia ambiental.

Literal I- Artículo 428 del E.T: Importaciones que no causan impuesto: i) La importación de maquinaria y equipos destinados al desarrollo de proyectos o actividades que sean exportadores de certificados de reducción de emisiones de carbono y que contribuyan a reducir la emisión de los gases efecto invernadero y por lo tanto al desarrollo sostenible.

3.1.2. Análisis sectorial

3.1.2.1. Presentación del sector en el cual se ubica la industria

A mediados del siglo pasado, Colombia empezó a incluir en diferentes sectores del país energías alternativas, utilizando la radiación solar para producir electricidad con recursos renovables y de fácil acceso a sectores rurales.

Para la década de los 80 la energía solar fotovoltaica ya empezaba a implementarse en el país, inicialmente se instalaron pequeños generadores para radioteléfonos en sectores rurales y más adelante se instalarían sistemas fotovoltaicos con más capacidad para antenas satelitales.

A través de esta línea de tiempo puede ver cómo fue el proceso para calentadores solares y cuál es el presente de la energía solar en Colombia:

Actualmente, algunas empresas de energía solar fotovoltaica han permitido el acceso a esta nueva tecnología a lugares como Bogotá, Cali, Medellín, entre otras ciudades.

Por su posición geográfica Colombia, ubicado en la zona ecuatorial, cuenta con radiación solar constante en determinadas zonas del territorio, uno de los elementos claves para convertirse en generador de energía solar. Este efecto puede durar las 12 horas al día, registrando incluso los índices más altos a nivel mundial.

Por lo que con una menor cantidad de paneles solares, a diferencia de otros países, es posible abastecer una casa o edificio, haciéndolo más económico y eficiente a largo plazo.

Teniendo en cuenta que 1 de cada 5 personas carece de energía eléctrica en su hogar y que la energía solar fotovoltaica en Colombia permite mayor acceso a sectores rurales a bajo costo, estamos frente a una gran oportunidad de reducir el efecto invernadero, conservar nuestros recursos naturales e incrementar la cobertura de energía para familias del sector rural colombiano.

En la actualidad, las empresas de energía solar en Colombia que se dedican a la venta de paneles solares, instalaciones de sistemas solares fotovoltaicas, le apuestan a promover el uso inteligente de la energía, respondiendo a una necesidad mundial: Generar energía con elementos no contaminantes.

3.1.2.2. Ley 1715 de 2014, el inicio de una revolución energética

La ley 1715 de mayo de 2014 que fue aprobada en Colombia, busca promover el uso de energías renovables en el país. Un gran paso a una revolución energética que es de interés social, un asunto de utilidad pública, que permitirá el acceso a zonas rurales que están aisladas del sistema interconectado nacional, sustituyendo poco a poco la generación de diésel por energías “amiga-

bles con el medio ambiente”.

A través de esta ley se apoyará la inversión, la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias para la producción de energía, a través de incentivos tributarios, arancelarios o contables.

También ofrece la posibilidad de vender el excedente de energía no consumida a la red eléctrica con los términos que ofrezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), lo que se convierte en un ahorro y un ingreso económico significativo para los auto generadores de energía renovable de pequeña y gran escala.

En un contexto mundial en el que el 81% del total de la energía consumida proviene de fuentes fósiles y tan solo un 19% de fuentes renovables, durante los últimos 30 y 40 años se ha venido desarrollando una etapa de transición hacia el aprovechamiento de estas últimas con el fin de reducir la dependencia en la importación de energéticos fósiles de precios ampliamente volátiles, disminuir las emisiones de efecto invernadero producidas por el sector energético y contribuir así a la mitigación del cambio climático.

El desarrollo de tecnologías para la transformación y uso de la energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica y de las biomasas por parte de países como China, Dinamarca, Alemania, Estados Unidos y Brasil, entre otros, sumado a la disponibilidad de al menos una de tales fuentes en prácticamente cualquier posición geográfica del planeta, y la abundancia relativa de algunas de estas fuentes en un país como Colombia, se presentan como oportunidades para diversificar la canasta energética nacional y paulatinamente transformar su sector energético hacia un modelo cada vez más competitivo y sostenible.



Figura 36. Irradiación solar horizontal para Latinoamérica. Fuente: Solargis

El sector eléctrico en Colombia está dominado por la generación hidráulica (70-75%) y térmica (fuentes de gas). El gran potencial en nuevas tecnologías de energía renovable (principalmente eólica, solar y biomasa) no ha sido explorado aun, con una cuota de producción de tan solo 1-3% que consiste principalmente en energía eólica (molinos de viento).

El país tiene importantes recursos de pequeña hidráulica, eólica, y solar que permanecen en gran parte sin explotar. La demanda de electricidad está creciendo aproximadamente un 4% anualmente, de forma muy correlacionada con las tendencias del PIB, con cuotas por sectores que van desde el 42% residencial al 32% industrial y 18% comercial.

La irradiación solar media en Colombia es de 4,5 Kwh/día/m²; sin embargo, en algunas regiones del país se llega a valores de 6,0 Kwh/día/m² o más (lo que equivale a una irradiación anual entre 1500-2200 Kwh/año/ m²). Este nivel de irradiación hace de Colombia un país con un potencial solar enorme.

Hoy en día los paneles fotovoltaicos han evolucionado tecnológicamente tanto, que no necesitan del sol directo para producir electricidad. Con los primeros rayos del amanecer o incluso durante un día nublado, nuestra instalación fotovoltaica seguirá produciendo electricidad (A. Fotovoltaica, 2016).

En el caso del Valle del Cauca, este representa un departamento con grandes oportunidades de aprovechamiento de la radiación solar, tal como puede ser apreciado en el Atlas de Radiación Solar del IDEAM a continuación, donde se evidencia una zona con valores desde 4 KWh/m².

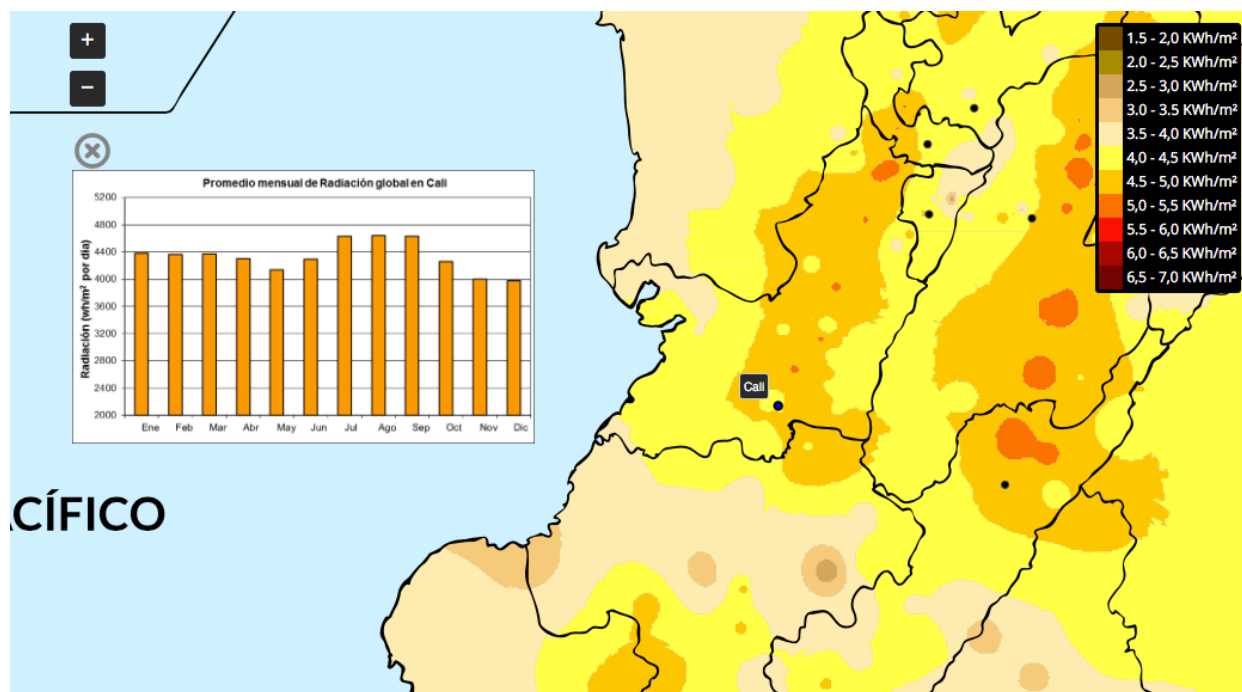


Figura 37. Mapa de radiación solar para el Valle del Cauca. Fuente: Atlas de Radiación Solar del IDEAM

Colombia es un país que goza de una matriz energética relativamente rica tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables, pero dado que su consumo está basado en un 78% de recursos primarios de origen fósil, debe tenerse en cuenta que dicha demanda está prevista para ser cubierta por la oferta doméstica tan solo por el orden de 7 años más para el caso del petróleo y 15 años más para el caso del gas natural (UPME, 2014).

En el caso de este último energético, adicionalmente debe tenerse en cuenta que se pronostica la necesidad de iniciar importaciones a partir del año 2017 o 2018, momento en el que la demanda superará la oferta interna.

Entre tanto, la dependencia de la matriz eléctrica del país en el recurso hidroenergético, que representa un 70% de la capacidad instalada a diciembre de 2014 y un 70% a 80% de la generación eléctrica anual, conduce a considerar la necesidad de integrar otras fuentes y tecnologías renovables a esta canasta, como es el caso de la energía eólica, la solar, la generación geotérmica y la cogeneración moderna a partir de la biomasa, con el fin de reducir la dependencia en las fuentes convencionales, tanto hidroeléctricas a gran escala como fósiles, que en el caso de las primeras se ven afectadas a raíz de fenómenos como El Niño y el cambio climático, y en el segundo caso están sujetas a una amplia volatilidad en precios, siendo necesario reconocer adicionalmente que eventualmente tenderán a su agotamiento tanto a nivel doméstico como a nivel mundial (aun cuando esto pueda tomar décadas y siglos).

Las tendencias de los precios de la electricidad, cuyos promedios mensuales alcanzaron el nivel de los 380 COP/kWh frente al riesgo de un fenómeno del Niño en 2014, y los decrecientes costos que se vienen obteniendo en tecnologías como la eólica según lo evidenciado en subastas realizadas en años recientes para el caso de esta fuente en países latinoamericanos como Brasil,

Perú y Uruguay (por debajo de los 165 COP/kWh en todos los casos), y su característica de complementariedad con el recurso hídrico permiten considerar que la inclusión de una fuente como esta formaría un mercado mayorista más competitivo, en el que el riesgo de incrementos sostenidos de precios se vea mitigado.

Al mismo tiempo, la participación de dichas nuevas fuentes reducirá paulatinamente el consumo de las fuentes fósiles utilizadas en el sector eléctrico como son principalmente el gas natural y el carbón.

3.1.2.3. Avances en Colombia

Colombia en los últimos años ha venido incursionando en las energías renovables. Ya en la década de los 80, en unidades residenciales construidas en sectores de Ciudad Salitre y Ciudad Tunal en Bogotá, y Villa Valle de Aburrá en Medellín, el Centro Las Gaviotas instaló un sistema de paneles para calentar autónomamente el agua de miles de tanques de reserva.

Recientemente, empresas como la de Energía del Pacífico (EPSA) invirtió más de 1.240 millones de pesos en la construcción del laboratorio de energía solar más grande del país, ubicado en las instalaciones de la compañía en el municipio de Yumbo, que está conectado directamente a su red eléctrica interna y provee hasta un 5 por ciento de la demanda que abastece al complejo, gracias a una tecnología combinada de módulos solares de silicio monocristalino, policristalino y amorfo de capa delgada.

EPM también está generando electricidad con energía solar porque está vinculada a un piloto que lidera el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (IPSE), que ha permitido llevarle luz a más de 580 personas y seis escuelas ubicadas en áreas rurales apartadas de las veredas de Caucasia y Cáceres, en el bajo Cauca antio-

queño y El Reflejo, La Media, La Ilusión, La Nueva Etapa, La Cabaña y Nuevo Horizonte, en San Vicente del Caguán, con una capacidad de generación autónoma que supera los 1025 Vatios (W).

En Bogotá se acaba de inaugurar el Colegio Distrital Ramón Jimeno, en el cual el Distrito invirtió 480 millones de pesos y gracias a la instalación de paneles solares funciona autónomamente generando cerca de 21,62 KW, dejando de emitir cerca de 22 toneladas de CO₂ y ahorrando 71 por ciento en el consumo mensual del servicio gracias a su nueva iluminación led.

El IPSE confirma que menos del 3 por ciento de la energía que se consume en Colombia proviene de la fuente solar, el proyecto nacional, según Jaime Martínez, subdirector de planificación energética de la entidad, contempla la instalación de hasta 20 MG de energías alternativas como la solar, eólica y térmica durante los próximos cuatro años.

De otro lado, a pesar de que el gobierno aprobó una legislación para promover las energías renovables, el país todavía no se ha marcado objetivos concretos en este ámbito. No obstante, el pasado mes de septiembre se presentó una versión preliminar del Plan de Expansión de Referencia en Generación 2015-2029.

En este documento se contempla, en uno de los escenarios, una nueva instalación de energía solar distribuida de 238,2 megavatios hasta 2029. Sin embargo, en otro escenario se establece un objetivo menor, de 50 megavatios de energía solar en 2029, y en otro no se contempla nueva capacidad solar.

En la actualidad, la potencia fotovoltaica de conexión a red es de menos de tres megavatios en Colombia. La potencia de las instalaciones fotovoltaicas aisladas (unos seis megavatios) es toda-

vía mayor que la de las de conexión a red. Las mayores instalaciones fotovoltaicas realizadas hasta la fecha son proyectos en el segmento comercial.

Entre dichos proyectos se encuentran varias instalaciones de varios cientos de kilovatios en Bogotá. Por otro lado, hasta agosto de 2015 se habían inscrito en el Registro de Proyectos de Generación cinco proyectos solares con una potencia en conjunto cercana a 85 megavatios.

3.1.2.4. Comentarios sobre el sector

De la versión digital del periódico nacional El Tiempo (Tiempo, 2015), se tienen comentarios de Jorge Enrique Varela, representante legal de la firma Itaco Energy S A S, encargada de proyectos solares en la Universidad Militar Nueva Granada, donde menciona que la masificación de la energía solar fotovoltaica depende mucho de las garantías de fabricación e importación de la tecnología, así como el valor agregado que se pueda brindar en la postventa.

Por otro lado, en el aspecto crediticio Varela sostiene en Tiempo (2015) que es de suma importancia el apalancamiento financiero que se pueda brindar a los usuarios interesados en la tecnología.

Algunas universidades nacionales han empezado a implementar en sus campos paneles solares que aporten en la generación y autonomía energética de los campus. En Cali, la universidad pionera frente a este tipo de prácticas ha sido la Universidad Autónoma de Occidente, tal como se aprecia en la figura siguiente.



Figura 38. Sistema fotovoltaico de mayor potencia instalado en una institución educativa de Colombia (UAO).
Fuente: Página web de la UAO

3.1.2.5. Presentación del territorio (región) y su relación con el sector

El Valle del Cauca es una región que por su ubicación geográfica, topografía, y geografía en general es una fuente de riqueza que ha sido aprovechada por múltiples actores. El desarrollo de la región muy ligado a la agricultura y a la industria.

Este desarrollo presenta múltiples desafíos, entre ellos el de la generación de energía. En el 2016 se presentó una alerta sobre el débil sector energético, hasta al punto de plantear un racionamiento energético. El Valle del Cauca no es ajeno a esta situación.

La industria requiere de la energía para no detener el aparato productivo y es aquí donde la región tiene una gran fuente de riqueza en función de la intensidad de la radiación solar. La pequeña y mediana industria está mirando al sol como fuente de suministro energético y convierte este recurso en una ventaja comparativa con respecto a otras regiones.

En ICER (2015) se muestra como el Valle del Cauca aumenta su cuota así:

En el sector financiero, el saldo de los créditos totales del sistema financiero del Valle cerró con un revelador avance anual de 15,4%, ligeramente superior al promedio nacional y acorde con el mejor nivel de actividad económica local, impulsada por los buenos resultados en la industria regional, la agricultura (café y frutales) y el comercio. Asimismo, los hogares financiaron su consumo de bienes y servicios con mayores créditos, respaldados en los nuevos ingresos de las familias producto de la formalización del empleo en la región. Por su parte, las principales captaciones, aunque redujeron su nivel con relación al año anterior, aumentaron 11,7%, concentrando el 77,6% del total captado en Suroccidente (p. 4), así este incremento también significó un aumento en el consumo energético.

La construcción de viviendas es otro aspecto que ha tenido un repunte en la región, sobre todo en Cali. Esto representa una oportunidad pues como se vio en el entorno Político y Jurídico el estado ve con buenos ojos la implementación de energías alternativas en el uso doméstico y plantea exenciones en múltiples casos a quienes hagan uso de estas energías renovables.

El destino que se le da a las construcciones en el Valle del Cauca está orientado en gran parte al desarrollo de vivienda, lo muestra el siguiente cuadro.

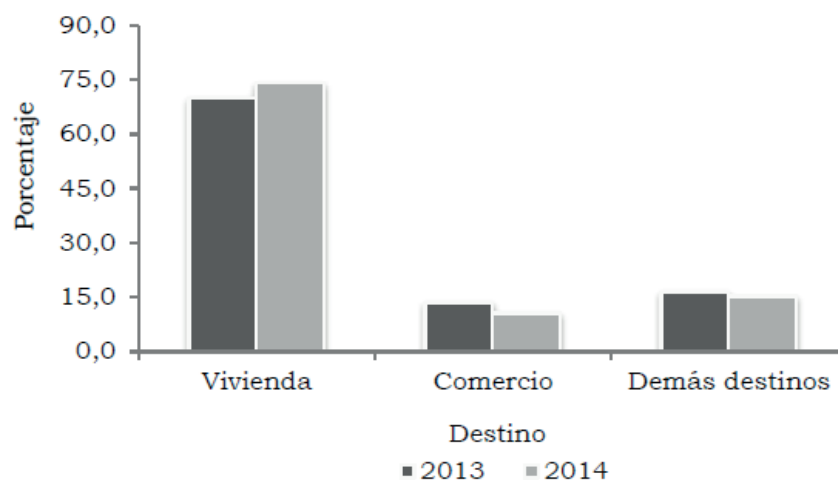


Figura 39. Destino de construcciones. Fuente: DANE

Con respecto a la economía del Valle del Cauca destaca en ICER (2015) que:

Entre las características destacadas en el departamento del Valle como impulsadoras implícitas en el desarrollo histórico y económico se encuentran: Su clima, diversificado relieve y variedad en fauna y vegetación, los cuales han servido al fortalecimiento de la actividad agropecuaria, en forma preponderante por el cultivo de la caña de azúcar, los frutales y el café. Asimismo, su economía se distingue por la variada producción fabril, no obstante la formalización en el tiempo de las cadenas productivas derivadas de conglomerados que han especializado algunos componentes activos de su economía (p. 88).

La composición de la economía está fuertemente ligada al sector terciario, es el sector de más actividades en el PIB y gran parte de su desempeño se debe a las interconexiones con los otros dos sectores.

En esencia, cuando crece el sector primario y secundario, los componentes principales del terciario, como son el comercio y los servicios, crecen un poco más, se multiplican más, tienen mayor velocidad las transacciones sociales al expandirse la demanda de todo tipo de servicios de las empresas, de la sociedad y sus interrelaciones.

Las razones expuestas anteriormente se evidencian, con el comportamiento del sector terciario en el Valle del Cauca, cuando ha evolucionado progresivamente al pasar de un aporte promedio de 44,6% al PIB departamental en el periodo 1961-1970 a 60,1% entre 2001 y 2013.

Al interior del sector terciario se han dado reacomodos en especializaciones, al punto que el comercio pasó de representar una quinta parte del PIB de los años sesenta a una sexta en los últimos años, dejando que otras actividades como servicios a las empresas y otras relacionadas in-

crecientemente sustancialmente su participación en la contabilidad nacional y departamental.

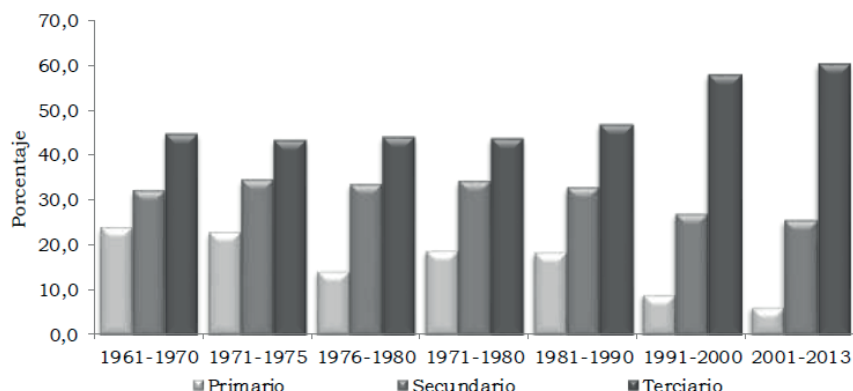


Figura 40. Participación por sectores al PIB departamental. Fuente: Inandes (1960-1975) CEGA (1975-1980) DANE (1980-2010). Cálculos Centro Regional de estudios económicos. Cali. Banco de la Republica

Es entonces en el sector terciario donde se localizan los espacios potenciales para que el Valle del Cauca pueda aumentar su competitividad, como por ejemplo en el turismo, al complementar la infraestructura natural (clima, ubicación, geografía, etc.) y la física (hoteles, vías, puertos, aeropuertos, ferias, etc.) con macro proyectos que atraigan un multitudinario mercado turístico internacional.

Adicionalmente, este sector complementario de las actividades industriales y agropecuarias facilita su ensanche y posibilitan el fortalecimiento en los respectivos sectores primario y secundario (ICER, 2015).

Así pues las condiciones están dadas para que las alternativas a la energía hidráulica tomen fuerza y hagan su aporte al desarrollo de la región de una forma amigable con el medio ambiente y se aprovechen las oportunidades que brinda el estado por el uso de fuentes de energías alternativas.

3.2. CARACTERIZACION DEL SUBSECTOR DE LA ENERGIA SOLAR FOTO-VOLTAICA

3.2.1. Historia

La energía solar fotovoltaica es uno de los tipos de energía que pueden ser obtenidos a través de una fuente de recursos inagotables como el sol. A la superficie terrestre se le calcula una incidencia del 47% de los rayos solares, los cuales tienen una desviación del 34% en albedo (energía reflejada fuera de la atmosfera) y un 19% que es absorbida por la atmosfera.

Su principio es a partir del efecto fotoeléctrico, el cual fue descubierto hace ya casi dos siglos por Becquerel y en términos generales trata sobre la creación de un voltaje entre dos elementos con distinta carga y que son afectados por una fuente electromagnética.

El funcionamiento de un panel solar se describe a partir de sus componentes, los módulos solares y las celdas. Las celdas solares son la unidad primaria de un módulo y estos a su vez se organizan en arreglos para formar paneles.

Los paneles vienen de distinta capacidad según la calidad de sus celdas, y su tamaño, vienen desde pequeños de 5W hasta 250W o 300W.

En la fabricación de celdas solares se usa como principal componente el Silicio, material que abunda en la naturaleza y por lo tanto se considera inagotable. Existen otros elementos en menor abundancia que son también usados en la creación de las células solares como el Arseniuro de Galio que tiene un costo mayor en el mercado pero que se ve compensado con rendimiento.

3.2.1.1. Efecto fotoeléctrico

Este fenómeno fue descubierto y demostrado en laboratorio por el científico francés Edmond Becquerel en 1839. Consiste en la generación de una diferencia de potencial (voltaje) a través de dos electrodos por los cuales fluye una corriente eléctrica generada por una incidencia de luz (fo-

tones). En este momento se creó la primera celda solar y años después se fabricó la primera celda solar de estado sólido en 1883 por Charles Fritts.

3.2.1.2. Aplicaciones y tendencias

Las principales aplicaciones de la energía solar fotovoltaica vienen dadas en las viviendas aisladas, electrificación rural, telecomunicaciones, navegación, transporte terrestre, agricultura, aplicaciones industriales, difusión de enseñanza, aplicaciones satelitales, generadores híbridos o mixtos y por último las grandes centrales fotovoltaicas.

Viviendas Aisladas – Casas de campo, fincas de descanso, sitios de fin de semana, relajación. Donde su uso no es frecuente y los costos de llevar energía convencional son muy elevados.

Electrificación Rural – Zonas no interconectadas con actividad constante y donde es muy difícil tender líneas eléctricas por costos o efectos de geografía.

Telecomunicaciones – Estaciones repetidoras de tv y radio, comunicaciones militares y telemetría en sistemas meteorológicos son aplicaciones donde los equipos son alimentados por sistemas solares fotovoltaicos debido a su ubicación geográfica estratégica en los países.

Navegación – Elementos como boyas y sistema de medición costa afuera (calidad de agua, medición de corrientes, mareógrafos) usan este tipo de energía. Así mismo algunos faros implementan esta alimentación energética para poder guiar las embarcaciones.

Transporte Terrestre – Zonas de intersección (vías vehiculares vs vías férreas) y sus dispositivos auditivos y visuales. Teléfonos SOS en vías y señalización de obras usan paneles solares como fuente de energía.

Agricultura – Criaderos de animales (cerdos, peces, vacas) requieren equipos de medición continua del ambiente de engorde o crianza. Iluminación, temperatura, humedad relativa son algunos parámetros que se deben controlar en dicho sector mediante equipos aislados.

Aplicaciones Industriales – Aplicaciones en minería para la extracción de materiales preciosos, sistemas de bombeo de aguas subterránea, sistemas de riego son algunas aplicaciones que usan la energía solar como fuente de alimentación.

Difusión de Enseñanza – Llevar a sitios remotos enseñanza, escuelas móviles y difusión de la cultura (tv, computadores, películas, videos, plataformas en línea de aprendizaje) a regiones de difícil acceso de un país, puede lograrse mediante estaciones móviles que incorporen la energía solar fotovoltaica.

Aplicaciones Satelitales – Son quizá las aplicaciones más importantes para generación de energía. La gran ventaja de esta fuente de energía es que tiene un mayor aprovechamiento debido a que no hay pérdida de la radiación solar por ingreso a la atmosfera terrestre.

Generadores Híbridos o Mixtos – Cuando existe la posibilidad de realizar generación por medio de otras fuentes renovables o no renovables se diseñan sistema mixtos que aporten en conjunto a la red eléctrica.

Centrales Fotovoltaicas – Se considera como un meta objetivo de los países actualmente. La creación de grandes centrales de abastecimiento eléctrico a través de campos o plantas solares. La reducción de costos e impacto ambiental son factores clave en la implementación de estas.

3.2.1.3. Plantas solares

Las plantas solares son arreglos de una gran dimensión que pueden generar potencias de MegaWatts, los cuales son suficientes para darle energía a cientos de miles de hogares. Por lo general son proyectos que se desarrollan en los países que le apuestan a las energías renovables para

ir realizando gradualmente una transición entre las energías de combustibles fósiles y las renovables.

Las plantas solares requieren una instalación sobre un terreno con ciertas condiciones de insolación y geografía ya que sus paneles solares deben tener el mayor aprovechamiento solar posible.

3.2.1.4. Conexión a la red (On-Grid)

Los arreglos de paneles solares pueden tener aplicación en la industria y en el hogar mediante configuraciones de conexión a la red. Esto quiere decir que todo el arreglo fotovoltaico ira conectado directamente a la red de distribución eléctrica que abastece de energía la carga de una vivienda o una fábrica o parte de ella.

La gran ventaja que tiene un sistema como estos es su reducción en costos debido a que no usa elementos acumuladores y de gran costo como las baterías, la aplicación principal es la reducción en la tarifa eléctrica.

3.2.1.5. Conexión fuera de red (Off-Grid)

Caso contrario a la conexión on-grid, esta se caracteriza por garantizar una alimentación eléctrica de manera constante. Durante el día lo hace directamente de los paneles solares y durante la noche o días de poca insolación mediante los acumuladores de carga.

Este tipo de conexión tiene una inversión más elevada que la anterior, sin embargo se garantiza una completa autonomía eléctrica.

3.2.2. Tecnología

Desde el punto inicial del descubrimiento de Becquerel, se han venido desarrollando técnicas para optimizar la generación de energía eléctrica a través de la celda solar durante el proceso de fabricación y elección adecuada de materiales. A continuación se realiza una presentación de la técnica de fabricación de paneles y posteriormente las tendencias con la historia y evolución de este tipo de energía.

3.2.2.1. Técnica de fabricación

El principal material de fabricación de la celda solar es el Silicio (Si) de alta pureza llamado también grado semiconductor. Este material está presente en la arena como dióxido de silicio, lo que lo convierte en un elemento de fácil adquisición y gran reserva en el planeta. Existen varios tipos de Silicio, los cuales se diferencian en términos de calidad, rendimiento y duración; a mencionar el amorfo, el monocristalino y policristalino.

El silicio puro se somete a un proceso de producción mediante el sometimiento a altas temperaturas (2500 °F), este se moldea en columnas rectangulares con un arreglo cristalino ideal.

Posteriormente, se realiza un corte en láminas finas de material. Las técnicas de corte usadas son de alta complejidad ya que en ellas se deben minimizar las pérdidas de material. Una vez se tienen las láminas (también conocidas como obleas), estas son limpiadas y pulidas y a su vez son la base para las celdas solares.

El paso siguiente en la producción es la creación de las celdas solares, las cuales tienen ya a partir de las láminas sus portadores de carga acomodados de tal forma que al tener una incidencia solar estos fluyen formando la corriente eléctrica que es generada por la celda.

En la fabricación de las celdas, se tienen unos pasos intermedios de precisión como lo son establecer la unión de portadores eléctricos (p-n) a la distancia correcta, incorporar a la celda los contacto o electrodos y la creación de una capa anti reflectante optima que favorezca en la incidencia de rayos solares.

Por último, se realiza un agrupamiento de celdas solares para formar los paneles, los cuales deben contar con material resistente en su parte exterior, normalmente se usa un vidrio de alta dureza y gran recepción a la radiación, exceptuando la ultravioleta que puede influir de forma negativa en las celdas.

En un punto intermedio se ubica un encapsulante que actúa como aislante y protector mecánico de la celda ante golpes y vibraciones, así mismo debe permitir un gran paso de radiación solar, nuevamente y al igual que la capa exterior, con filtro de la ultravioleta.

Los paneles solares tienen una duración aproximada de 25 años de vida útil, después de ese tiempo tiene una pérdida considerable en su rendimiento.

3.2.2.2. El sistema fotovoltaico y sus componentes

El panel solar por si solo es un generador de potencia, la cual depende de su eficiencia, calidad del material semiconductor usado, dimensiones e incidencia solar. Para dar un mayor aprovechamiento a esta capacidad de generación, un sistema solar se compone además del panel, de otros elementos base para poder configurar un sistema solar fotovoltaico como lo son las baterías, controladores e inversores.

Las baterías son los componentes almacenadores de carga, los cuales son sumamente importante en algunas aplicaciones de generación continua de potencia en sitios remotos o aislados de la red primaria de energía.

Los controladores, son dispositivos encargados de regular la carga de las baterías y alternar entre la potencia generada por los paneles directamente o la entregada por las baterías. Una función importante de este dispositivo es que extiende la vida útil de las baterías dado que no permite su descarga completa.

Los inversores, son equipos electrónicos que convierten el voltaje directo (VDC) generado por los paneles solares o baterías en voltaje alterno (VAC) el cual es el usado por la gran mayoría de componentes electrónicos en la industria y en residencias.

3.2.3. Escenario global

Generalidades

La conciencia sobre la efectividad y beneficios de las energías renovables a nivel mundial ha despertado un interés sobre el uso de las mismas como fuentes de energía, mitigar la generación de gases efecto invernadero y la contaminación ambiental a través de polución han sido ejes centrales en los países para que apuesten por una forma distinta de generar energía.

En 2013, el 19.1% del consumo total energético fue proporcionado por fuentes renovables (Dawn, Tiwari, Goswami, y Mishra, 2016). La estimación de producción de energías renovables para el 2015 se estimó en un 23.7%.

Participación

El mercado de la energía solar fotovoltaica en el 2014 se vio incrementado en un 25% con un record de 50GW, esto arrastro el total global a 227GW. La distribución de capacidad por países y regiones se presenta en la Figura 41.

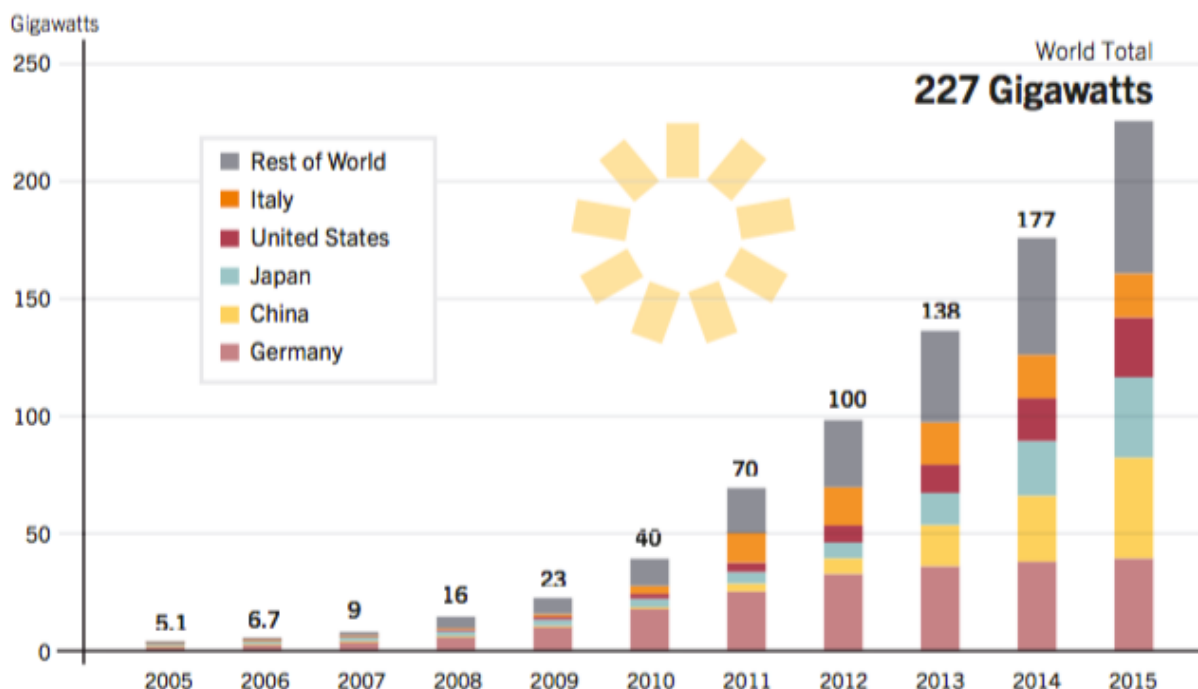


Figura 41. Capacidad global solar FV por país/región 2005-2015. Fuente: REN21. Renewable 2016. Global status report

China, Japón y USA se posicionan como los de mayor capacidad agregada, sin embargo la competencia a través de costos se ha visto mejorada y el mercado emergente se incrementa (REN21, 2016).

La industria ESFV ha visto una recuperación estos últimos años dado a la reducción de precios e incremento de mercados, a pesar de que las aplicaciones en techos para viviendas siguen siendo más costosas en comparación con proyectos de gran escala.

A nivel de empleos, la ESFV realiza un gran aporte social con la generación de empleos, los cuales alcanzas cifras a nivel mundial de 2.772.000 siendo un aproximado del 35% del registro mundial para todas las energías renovables en 2015.

	World	China	Brazil	United States	India	Japan	Bangladesh	European Union ¹		
								Germany	France	Rest of EU
THOUSAND JOBS										
 Solar PV	2,772	1,652	4	194	103	377	127	38	21	84
 Liquid biofuels	1,678	71	821 ^c	277 ^f	35	3		23	35	47
 Wind power	1,081	507	41	88	48	5	0.1	149	20	162
 Solar heating/cooling	939	743	41 ^d	10	75	0.7		10	6	19
 Solid biomass ^{a,g}	822	241		152 ^e	58			49	48	214
 Biogas	382	209			85		9	48	4	14
 Hydropower (small-scale) ^b	204	100	12	8	12		5	12	4	31
Geothermal energy ^h	160			35		2		17	31	55
 CSP	14			4				0.7		5
Total	8,052^h	3,523	918	769	416	388	141	355^j	170	644^k

Figura 42. Trabajos directos e indirectos en energía renovable a nivel mundial por industria. Fuente: REN21. Renewable 2016. Global status report

La generación distribuida de la energía solar fotovoltaica tiene un aporte significativo e nivel mundial, esta puede ser una solución como apoyo o como sustituto a los sistemas centralizados de energía que no llegan a todos los lugares del planeta. Cerca del 17% de la población mundial no tiene acceso a ningún tipo de electricidad, lo que son aproximadamente 1.2 billones de personas, la mayoría concentradas en África subsahariana y Asia en desarrollo.

El principal aporte de la generación distribuida en energía solar se realiza a través de Sistemas de Luz Solar y Sistemas Solares de Hogar.

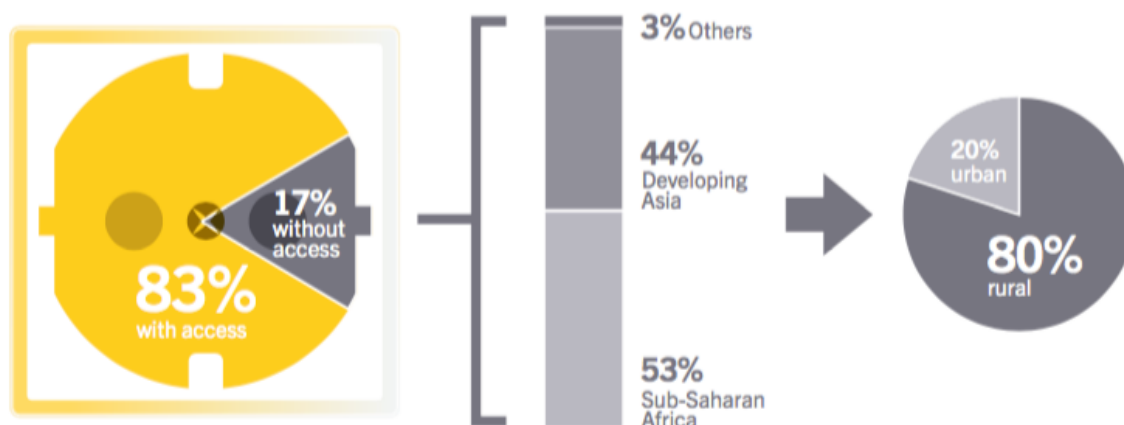


Figura 43. Acceso y falta de acceso de la electricidad mundial por región, 2013. Fuente: REN21. Renewable 2016. Global status report

Inversión

La inversión a nivel mundial en los últimos seis años para las energías renovables ha superado los 200 billones de dólares, siendo el 2015 el más alto con 283 billones. De esta cifra, la energía solar fue la alternativa que más tuvo inversión alcanzando la suma de 161 billones de dólares, un incremento del 12% respecto al 2014.

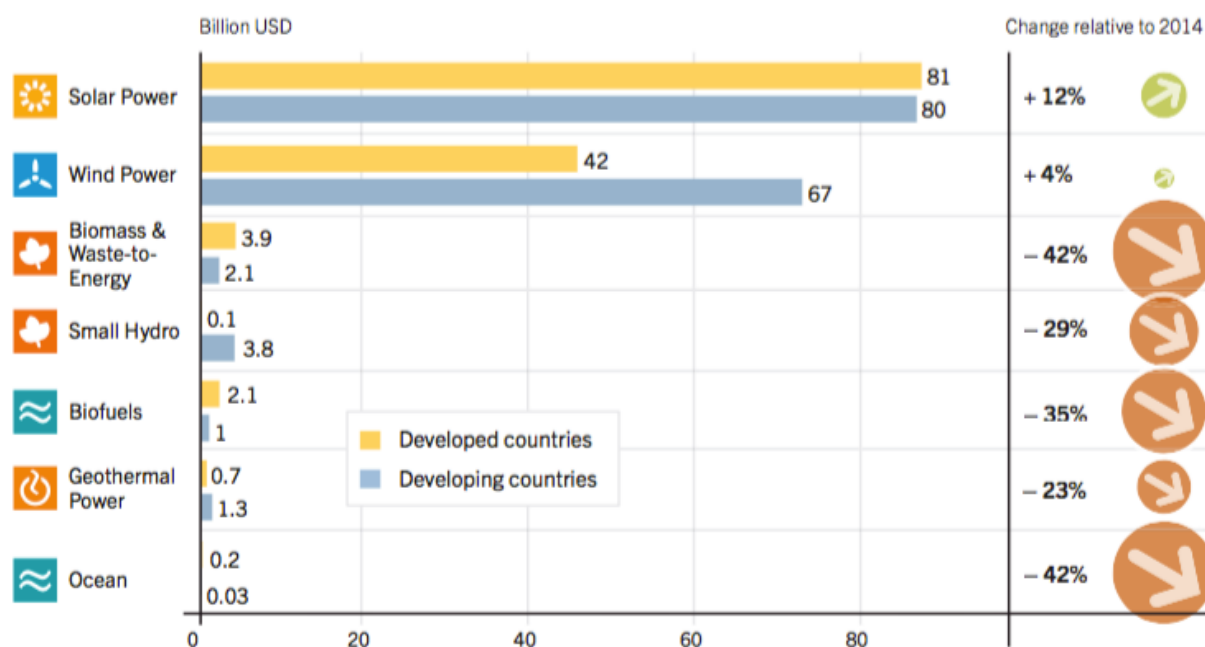


Figura 44. Nueva inversión global en energía renovable por tecnología, países desarrollados y países en desarrollo, 2015. Fuente: Bloomberg New Energy Finance

La capacidad distribuida a pequeña escala (paneles en techos) represento una inversión de 67.4 billones, donde los costos decrecientes y los mecanismos novedosos de financiación permiten a mayor número de personal el acceso a dicha tecnología.

3.2.4. Escenario latinoamericano

Generalidades

Latinoamérica se caracteriza por su rápido crecimiento en la tecnología solar fotovoltaica, en 2015 fue una de las regiones que creció más rápidamente en este campo, a pesar de que su base de comparación es pequeña. Países como Chile, México y Perú llevaron a cabo licitaciones exitosas en 2015 y 2016, lo que genero propuestas y adjudicaciones con los precios más bajos en comparación con otras regiones gracias a su vasto potencial de recursos renovables.

Cabe mencionar que Brasil al igual que México, tuvieron una desaceleración en la inversión ESFV debido en gran parte a la crisis del sector petrolero que genero un difícil clima económico.

Participación

La región latinoamericana y del caribe agrego aproximadamente a su capacidad de generación 1.1GW en 2015 (REN21, 2016), lo que prácticamente duplico la capacidad instalada que tenía. Las adiciones más importante de capacidad en esta tecnología durante el 2015 las realizaron Chile y Honduras, aportando un 1% cada uno al global.

Chile registra un total acumulado a 2015 en su generación de 0.8 GW, lo que hace entrever una gran apuesta por esta tecnología y aseguro de esta forma la demanda del 1% del país, mientras que Honduras tuvo esta importante participación debido a su regulación de FIT (Feed in Tariff) que lo ponen en una ventaja competitiva frente a otros países vecinos.

Los principales retos de la región están en la adición a la red de esta tecnología, su regulación y financiamiento.

La puesta en marcha por primera vez de plantas solares en algunos otros países como Guatemala y Uruguay es de importante mención para el desarrollo latinoamericano dado que son plantas con capacidad de generación igual o mayor a 50 MW. Las plantas en la región tuvieron un incremento de 2 a 10 entre finales del 2015 y comienzos del 2016 siendo Latinoamérica la región de mayor crecimiento a nivel mundial.

La tecnología solar fotovoltaica tiene un impacto en términos de costos en la región debido a impuestos de importación y nacionalización, lo que condujo en 2015 al inicio de operaciones de manufactura en Brasil.

Inversión

La inversión en energías renovables en Latinoamérica para el 2015 (excluyendo a Brasil cuya inversión fue de 7.1 billones para el mismo periodo) fue de 12.8 billones de dólares, desde el 2010 esta cifra ha superado la inversión anual de 10 billones anuales.

México y Chile representaron un importante crecimiento en inversión con 3.9 y 3.4 billones de dólares respectivamente.

En Chile la inversión para la energía solar llega a la cifra de 2.2 billones, dejándolo como líder de la región en este tipo de inversión. Países como Uruguay, Honduras, Jamaica, Perú y República Dominicana tienen importantes inversiones en renovables, en el orden de millones de dólares.

El objetivo en la generación de energía a partir de fuentes renovables en Latinoamérica viene dado por unas apuestas ambiciosas como lo son Costa Rica (100% al 2030), Uruguay (95% al 2017), Belice (85% al 2027), Guatemala (80% al 2030) y Bolivia (79% al 2030).

3.2.5. Escenario colombiano

Generalidades

El mix de generación energética en Colombia se encuentra fraccionado en prácticamente dos fuentes, la hidroeléctrica con un 63.9% y la generación a partir del gas con un 26.3%, esto deja aproximadamente un 10% a otras fuentes de energía entre ellas el carbón, la cogeneración y algunas renovables.

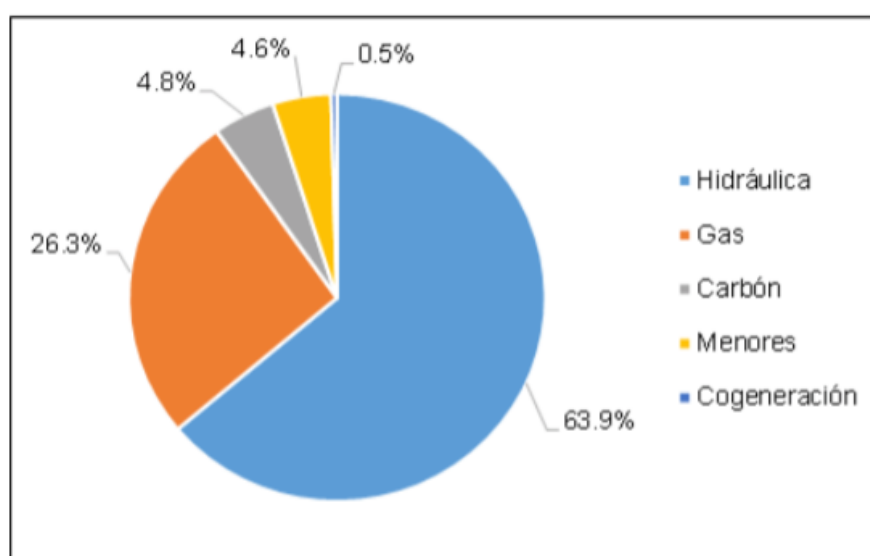


Figura 45. Participación por tecnología en la matriz eléctrica. Fuente: UPME

Permanecer en esta línea de dependencia en las dos fuentes principales mencionadas arriba puede ser contraproducente debido al cambiante clima que impacta el ciclo hídrico del país y la disminución del recurso gas y no hallazgo de futuras fuentes del mismo.

La planeación de expansión energética en el país requiere que dentro de la misma se contemple una minimización del riesgo de racionamiento y disminución del precio de otras alternativas para mejorar su competitividad. Esto ampliaría la canasta energética del país, donde la Ley 1715 de 2014 es un paso importante para la consecución de este objetivo al promover la integración de

fuentes no convencionales de energía (FNCE) como la eólica, solar fotovoltaica, geotérmica y generación por biomasa.

La UPME dentro de su Plan de Expansión de Referencia – Generación y Transmisión 2014-2028 considera dentro de un escenario la proyección de Colombia con una participación del 10% de capacidad instalada a través de energías renovables no convencionales (UPME, 2015b).

Colombia se encuentra en el rango de países con ingresos medio-alto donde las políticas que soportan las energías renovables se clasifican en 3; Políticas de Objetivos, Políticas de Regulación y Políticas de Financiación. A excepción del primer grupo, las otras dos políticas tienen una división donde se puede reconocer el estado en que se encuentra el país.

Actualmente la participación de la energía solar fotovoltaica en el país es marginal, con una capacidad instalada al 2015 entre 9 y 11 MWp repartidos en instalaciones aisladas y aplicaciones profesionales. Como se mencionó arriba, la puesta en marcha de la Ley 1715 del 2014 promueve la integración de estas nuevas tecnologías, entre sus aspectos más destacables están los siguientes incentivos fiscales:

- Reducción del Impuesto a la Renta hasta por un 50% de la inversión.
- Exclusión del IVA a equipos y elementos asociados al proyecto.
- Exención de aranceles para equipos y elementos importados que no sean fabricados por la industria nacional.
- Depreciación acelerada (máx. 20%)

El aprovechamiento de altos recursos naturales en determinadas regiones del país, como la alta radiación solar en la costa caribe y Orinoquia, fuertes vientos en la zona norte del país y gran potencial geotérmico en la cordillera central y residuos agrícolas son ejemplos de que el país

puede encaminar también un desarrollo económico, incremento en la calidad y sostenibilidad de prestación del servicio en las regiones donde se implementen proyectos renovables.

Dentro del escenario más factible realizado por UPME en su Plan de Expansión de Referencia 2014-2028 se tiene que la participación de FNCE pueden representar un 6% de la canasta energética colombiana, con un aporte de 143MW de la energía solar fotovoltaica.

Ahora, en el escenario más optimista la participación de las FNCE se incrementa a un 15% con un aporte de 239 MW de la energía solar (UPME, 2015b).

Existen algunos proyectos que son pioneros en el uso de la energía solar fotovoltaica. Entre ellos se mencionan la Institución Educativa Martinica (primer colegio en funcionar con ESFV) en Montería, la Universidad Autónoma de Occidente (en convenio con EPSA) en Cali cuenta con 638 paneles solares, la capacitación de mujeres Wauyuu en India sobre la instalación y mantenimiento de paneles solares y el colegio Ramón Jimeno de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAB que se abastece a un 100% con tecnología solar.

Recurso solar

En términos de recurso solar, Colombia tiene una distribución de irradiación solar como se evidencia en la Figura 39. Se aprecia la alta radiación en la parte norte del país, además de un gran territorio con radiación entre 4.5 y 5 KWh/m².

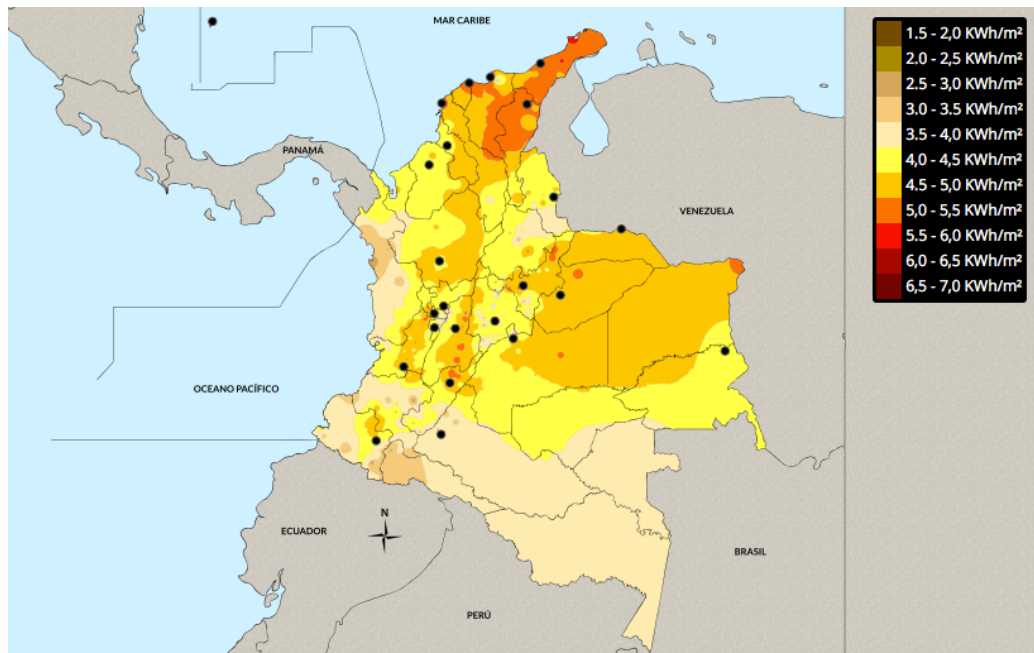


Figura 46. Mapa de irradiación global horizontal nacional multianual 2014. Fuente: Atlas IDEAM

Demanda y generación

En términos energéticos del país se deben tener presente los siguientes conceptos (XM, 2017b):

Demanda Comercial: Considera la demanda propia de cada comercializador más la participación en las pérdidas del Sistema de Transmisión Nacional (STN) y los consumos propios de los generadores.

Demanda Real: Demanda de usuarios regulados y no regulados que hacen parte del Sistema Interconectado Nacional (SIN), sin incluir el alumbrado público.

Pérdidas: Son los gastos en energía asociados al transporte de la misma en el STN.

Consumos: Son los consumos propios de los generadores.

Con estos conceptos claros se pueden derivar unas estadísticas interesantes como la demanda real del país presentada en la Figura 40.

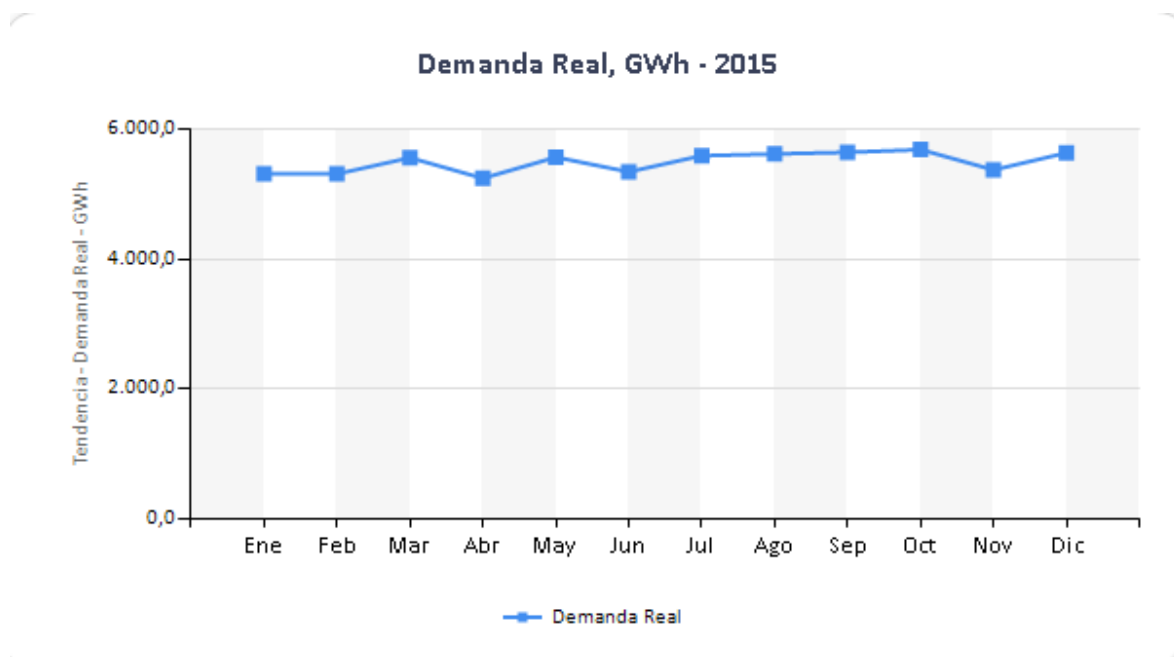


Figura 47. Demanda real de energía en Colombia 2015. Fuente: Generado a partir de la Metadata de XM (2017b)

El rango de demanda real para todo el año de 2015 se mantuvo entre 5200 y 5700 GWh. El único mes donde se superaron perdidas de 100 GWh fue Agosto.

Año	Nombre Mes	Departamento	Mercado	Demanda Comercial	Demanda Real	Perdidas De Energia
2015	Ene	Total Enero		5.392,62	5.316,10	76,53
	Feb	Total Febrero		5.393,84	5.316,33	77,52
	Mar	Total Marzo		5.658,74	5.565,38	93,37
	Abr	Total Abril		5.322,87	5.248,25	74,62
	Mayo	Total Mayo		5.648,16	5.573,32	74,85
	Junio	Total Junio		5.418,71	5.347,40	71,32
	Julio	Total Julio		5.686,74	5.596,79	89,94
	Agosto	Total Agosto		5.725,85	5.623,40	102,45
	Septiembre	Total Septiembre		5.730,03	5.649,12	80,91
	Octubre	Total Octubre		5.760,59	5.690,38	70,21
	Noviembre	Total Noviembre		5.439,33	5.377,60	61,74
	Diciembre	Total Diciembre		5.707,71	5.640,00	67,72

Figura 48. Distribución de la demanda real por meses. Fuente: Generado a partir de la Metadata de XM (2017b)

La generación, por su parte es soportada por dos conceptos adicionales como lo son (XM, 2017b):

Demanda Máxima de Potencia: Es la máxima demanda de potencia, expresada en MW, requerida por el SIN en un instante de tiempo. Conocida también como demanda pico.

Capacidad Efectiva Neta: Máxima cantidad de potencia neta que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación. Incluye las menores y cogeneradores.

Dado esto, se representan cifras importantes de generación en la Figura 42 (SIEL, 2015).

Año	Mes	Demanda Máxima de Potencia MW	Capacidad Efectiva Neta MW
2015	Ene	9.285,00	16.147,85
2015	Feb	9.493,00	16.147,85
2015	Mar	9.594,00	16.152,75
2015	Abr	9.438,00	16.160,75
2015	May	9.791,00	16.160,75
2015	Jun	9.623,00	16.238,85
2015	Jul	9.557,00	16.212,85
2015	Ago	9.760,00	16.238,85
2015	Sep	10.085,00	16.234,75
2015	Oct	10.038,00	16.394,85
2015	Nov	9.922,00	16.441,85
2015	Dic	10.095,00	16.484,02

Figura 49. Resumen de demanda máxima y capacidad efectiva para Colombia en 2015. Fuente: Generado a partir de la Metadata de XM (2017b)

3.2.6. Escenario regional

Generalidades

En el Valle del Cauca se tiene una iniciativa de agremiación para poder agrupar los principales actores energéticos de la región. Esta iniciativa es el clúster de energía del suroccidente, que dio inicio desde el año 2012 y se forma para fortalecer la cadena productiva energética de la región del suroccidente colombiano.

Los grupos promotores del clúster son instituciones educativas, agentes de energía, proveedores de bienes y servicios, actores industriales y aliados estratégicos.

La Red Clúster Energético del Suroccidente se cimenta en 6 mesas de trabajo: Desarrollo de capacidades, I+D+i, Movilidad Sostenible, Tecnologías Sostenibles, Bioenergía y Grupo Normativa.

Entre las actividades de formación que propicia el clúster y que apuntan a sus objetivos estratégicos en cuanto a formación de competencias del capital humano de la cadena productiva, en el año 2015 dio un programa de desarrollo de proveedores con énfasis en energía solar fotovoltaica donde se dictó un programa certificado por la Universidad Autónoma del Occidente y el SENA.

Así mismo, se caracterizaron los actores de dicho tipo de energía renovable (ESF) para conocer las necesidades y variables de interés que puedan influir en la competitividad y estrategias de posicionamiento.

EPSA en el año 2014 puso en marcha el primer laboratorio de energía solar fotovoltaica, el cual produce alrededor de 6227 kWh/mes con 294 paneles solares, suficientes para abastecer eléctricamente a 43 hogares. Este laboratorio permite realizar mediciones de la calidad de los módulos solares instalados y su impacto en la conexión a la red convencional.

El laboratorio usa 3 tipos de módulos solares (monocristalino, policristalino y amorfo de capa delgada) (UPME, 2014). La misma organización ha emprendido una propuesta de comercialización de energía a través de paneles solares en forma de arrendamiento, donde el cliente final obtiene una tarifa acordada con EPSA.

La Universidad Autónoma del Occidente en Cali ha sido un referente académico en la región y en alianza con EPSA lograron en 2015 la instalación de 638 paneles solares que generan 150KW de capacidad en sus instalaciones y que lo convierten en el sistema solar fotovoltaico más grande para una institución educativa.

El rendimiento de estos paneles es monitoreado de forma constante para estudiar su comportamiento en relación a las variables meteorológicas de la zona. La universidad cuenta con un competente grupo de investigación en energía, el cual fue el asesor para la implementación del laboratorio de EPSA.

Otro actor que le apostó a la energía solar fotovoltaica en la región fue almacenes ALKOS-TO, quienes en 2013 realizaron la integración de paneles solares con capacidad de 144 kWh a través de su aliado Panasonic (SGI&C-FNCER, 2014).

En el año 2015 la región fue anfitriona en la sede Meléndez de la Universidad del Valle a la Villa Solar vinculada con el SOLAR DECATHLON, un evento a nivel mundial que invita a grupos participantes a diseñar, construir y presentar alternativas de viviendas auto sostenibles con energías limpias dentro de las cuales la solar fotovoltaica es protagonista dada su alta implementación en estas soluciones ambientales. El evento tuvo una gran acogida donde asistieron más de 70.000 personas en tan solo 12 días.

Recurso solar

En trabajos de campo realizados por el semillero de investigación del grupo de energías renovables de la Universidad Autónoma de Occidente en 2011, se recogió información para radiación solar en el Lago Calima municipio de Darién con valores superiores a 1000 W/m² (Lopez, 2011), lo que es un valor elevado, que conduce a la conclusión de que el sitio es idóneo para el aprovechamiento solar sobretodo en regiones ecuatoriales.

El recurso solar de la región obtenido a través del Atlas interactivo del IDEAM se establece en el rango de 4 a 5 kWh/m². Puntualmente en Cali se tienen los datos de promedio mensual de la radiación solar como lo muestra la Figura 43.

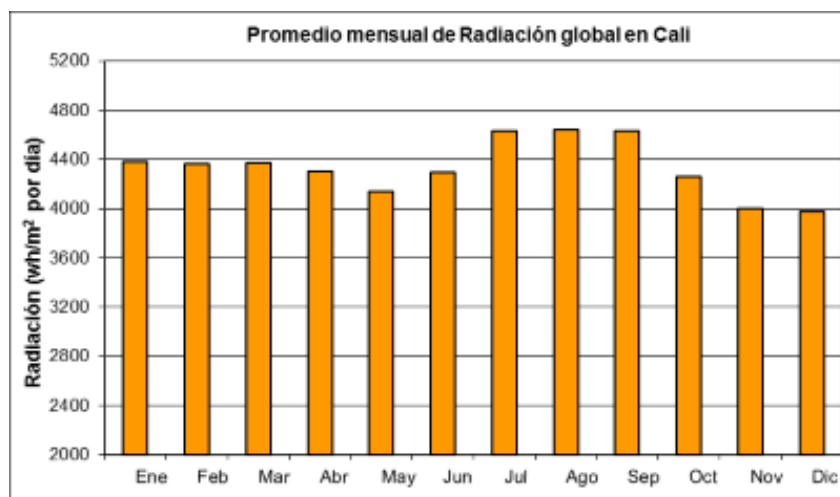


Figura 50. Promedio mensual de radiación solar en Cali 2014. Fuente: Atlas de radiación solar del IDEAM

Demanda y generación

En términos generales energéticos, el departamento del Valle del Cauca tiene una demanda que promedia entre los 250 y 300 GWh (datos del 2015) tal como lo muestran las ilustraciones 44 y 45 tomadas de SIEL (2015).

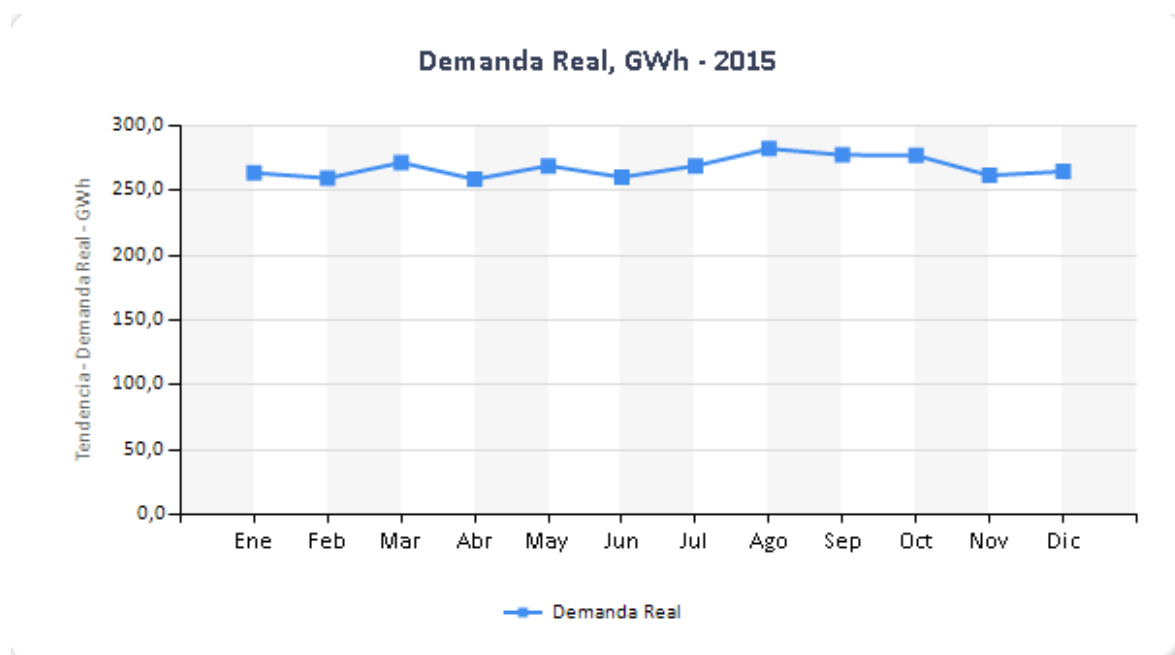


Figura 51. Demanda real del Valle del Cauca 2015. Fuente: Generado a partir de la Metadata de XM (2017b)

Año	Nombre Mes	Departamento	Mercado	Demanda Comercial	Demanda Real	Perdidas De Energia
2015	☒ Enero	Total Enero		267,68	263,92	3,76
	☒ Febrero	Total Febrero		263,65	259,91	3,75
	☒ Marzo	Total Marzo		276,47	271,94	4,53
	☒ Abril	Total Abril		262,72	259,07	3,65
	☒ Mayo	Total Mayo		273,02	269,44	3,59
	☒ Junio	Total Junio		264,12	260,67	3,45
	☒ Julio	Total Julio		273,68	269,38	4,30
	☒ Agosto	Total Agosto		287,73	282,61	5,12
	☒ Septiembre	Total Septiembre		281,78	277,84	3,94
	☒ Octubre	Total Octubre		280,82	277,44	3,38
	☒ Noviembre	Total Noviembre		264,92	261,96	2,96
	☒ Diciembre	Total Diciembre		268,19	265,06	3,13

Figura 52. Demanda por mes del Valle del Cauca 2015. Fuente: Generado a partir de la Metadata de XM (2017b)

Dentro de esta misma fuente estadística se obtiene la participación que tiene el departamento en la generación energética del país. Ubicándose en sexta posición con un 3.14% del total de generación eléctrica en Colombia.

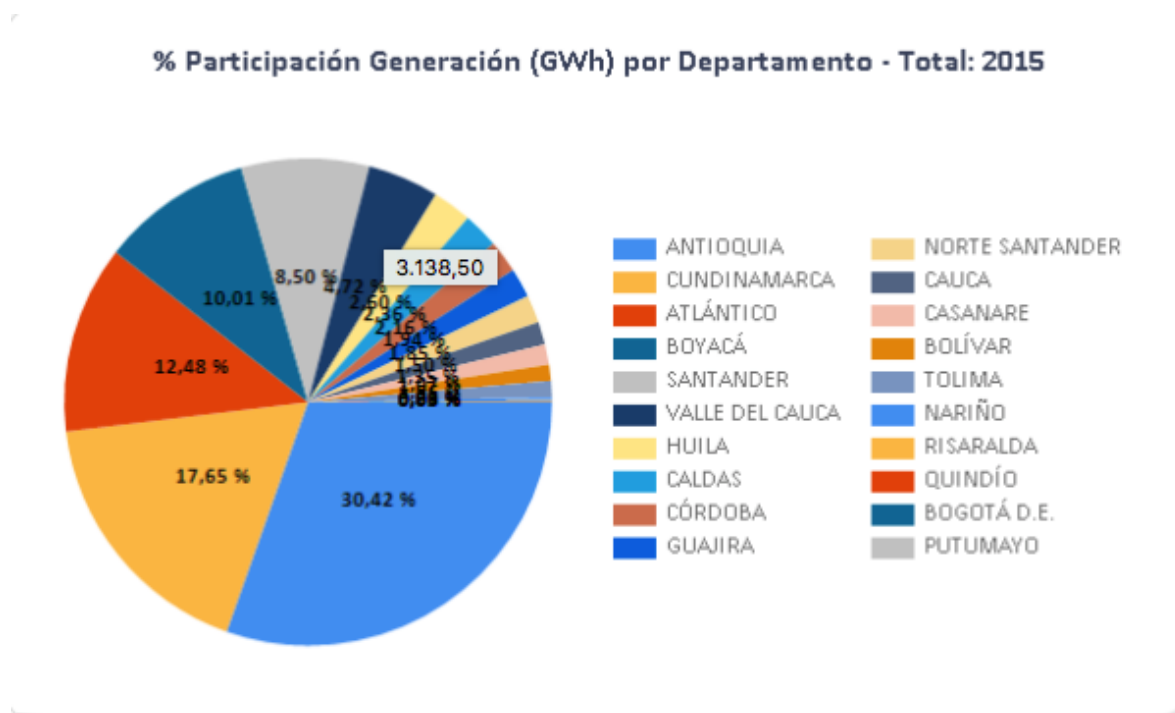


Figura 53. Porcentaje de participación del Valle del Cauca en la generación del país. Fuente: Generado a partir de la Metadata de XM (2017b)

La capacidad efectiva de generación en el SIN del Valle del Cauca es de aproximadamente 1100 MW, esto es, la capacidad máxima de potencia que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación incluyendo las menores y los cogeneradores.

3.3. DIAGNOSTICO DEL SUBSECTOR A TRAVES DE TECNICAS DE ANALISIS ESTRATEGICO

3.3.1. Diamante Competitivo

Se presenta a continuación un análisis de cada uno de los 4 elementos del Diamante Competitivo (Factores, Cadenas, Demanda y Estructura del sector), posteriormente se realiza una cadena productiva donde está ubicada la industria objeto de análisis y por último se presenta el Diamante Competitivo consolidado.

Factores básicos

[+] Mano de obra disponible.

En el Valle del Cauca se dispone de una gran mano de obra disponible para actuar como integradores de las tecnologías alternativas de energía. Se requiere para su instalación personal técnico en electrónica y obras civiles según sea el alcance del proyecto.

[+] Personal técnico calificado.

La formación técnica y tecnológica en las instituciones de la región (SENA, Centros de Formación) se ha caracterizado por la buena competencia de su personal en el medio laboral donde no es requerida una alta especialización.

[+] Infraestructura vial y red urbana.

Las vías intermunicipales del Valle del Cauca se caracterizan por ofrecer una gran infraestructura, convirtiéndose en un eje vial importante a nivel nacional.

[+] Ubicación geográfica privilegiada.

Es la salida de Colombia hacia la Cuenca del Pacífico, a través de Buenaventura Tiene acceso a la Cuenca del Atlántico vía Canal de Panamá, el cual se encuentra a sólo 18 horas de navegación. Hace parte del ‘triángulo de oro’ de Colombia, conformado por Bogotá, Medellín y Cali, que produce el 70% del PIB nacional y concentra el 52% de la población (FSOP, 2010).

Factores avanzados

[+] Profesionales universitarios capacitados.

El Valle del Cauca cuenta con grandes centros universitarios donde forman a profesionales con relación directa al sector energético renovable (solar fotovoltaico). La Universidad del Valle y la Universidad Autónoma de Occidente son las pioneras en la región en dirigir una parte de su formación a este sector.

[-] Industria manufacturera de tecnología energética solar.

Ni en el Valle del Cauca ni en Colombia se tiene información sobre empresas de manufactura para los paneles solares fotovoltaicos ni algunos de sus equipos principales como inversores, reguladores y contadores doble vía.

[-] Pocos centros de investigación en energías renovables.

Se están dando en la región los primeros compromisos y avances por parte de entidades públicas y privadas a participar en proyectos relacionados con la energía fotovoltaica y analizar sus

ventajas en la región.

[+] Conocimiento creciente en tecnologías alternativas.

Se ha despertado el interés por grupos de investigación universitarios y algunas empresas principales del sector eléctrico (EPSA y EMCALI) para profundizar más su trabajo en la energía solar fotovoltaica como una alternativa a la generación de energía.

[+] Tecnología importada de calidad.

Existen compañías en el departamento que ofrecen una amplia gama de productos y de distintas marcas, dando la opción al usuario final de estudiar relaciones calidad-precio con cada distribuidor.

[-] Créditos blandos para esta industria.

Los altos costos de la implantación de proyectos de energía alternativa en el Valle del Cauca y en Colombia, ha hecho que se involucren entidades gubernamentales con el ánimo de revisar la reducción de impuestos en la tecnología importada y tener así un mayor acceso a créditos para financiar la importación de estos productos.

[+] Instituciones de educación superior.

El departamento cuenta con grandes centros educativos públicos y privados que pueden aportar de manera significativa a la investigación y desarrollo de la energía solar fotovoltaica en la región. En total son 28 IES (Instituciones de Educación Superior) con domicilio principal en el departamento (Observatorio, 2016).

Condiciones de la demanda

[+] Tamaño de la demanda regional.

El Valle del Cauca es una región altamente interconectada al sistema eléctrico colombiano, sin embargo tiene un potencial enorme para aplicar la tecnología fotovoltaica por las características de la región en términos solares y también debido a su aporte a nivel poblacional del país.

[+]Tasa de crecimiento de la demanda regional.

Se tiene un segmento potencial del mercado que podría implicar un crecimiento en la demanda de este tipo de tecnología. Se considera el mercado residencial como el componente de mayor crecimiento.

[+] Segmentación de la estructura de la demanda.

El mercado para la energía solar fotovoltaica se compone principalmente de los segmentos residencial, industrial, comercial y ZNI (Zonas no Interconectadas). Los más representativos para la empresa del estudio serían los residenciales y ZNI.

[+] Acceso a demanda fuera de la región.

La experiencia de las compañías integradoras vallunas permite tener la posibilidad de atender el mercado en otras regiones o departamentos como el Cauca, Nariño y Huila, lo cual podría interpretarse como una ventaja competitiva de la región en esta tecnología.

[-] Sofisticación de la demanda.

El tener una creciente oferta de empresas integradoras en la región, le permite a los clientes

que afiancen los conocimientos sobre la tecnología, instalaciones, mantenimiento y demás relacionados a este tipo de instalaciones. Esto conlleva a una especialización del segmento de mercado que se atiende y mayor exigencia del mismo propiciando el rezago de las compañías nacionales que no vayan al ritmo de sofisticación.

[-] Número de compradores.

El crecimiento de la demanda en este sector específico es de pasos lentos. El número de compradores de esta tecnología se ve muy limitado por la amplia oferta y gran cubrimiento de la red de energía tradicional.

[+] Anticipación a la demanda.

Al ser una tecnología alternativa y renovable, propicia un jalonamiento fuerte para proyectos de emprendimiento y de alto impacto social. Esto representa una anticipación frente a la energía tradicional.

[-] Conocimiento apenas básico sobre la tecnología FV y sus ventajas.

La cultura colombiana, tiene aún muy poca conciencia del impacto positivo que se tendría al usar energía renovable fotovoltaica, esto tomando como foco principal su inversión a corto plazo frente a sus beneficios a largo plazo. En el Valle se ha empezado una etapa de exploración en investigación con universidades y otros centros educativos así como el crecimiento de empresas directas y conexas al sector que aportan al desarrollo del mismo.

Cadenas productivas e industrias de apoyo

[+] Ventajas competitivas en industrias conexas.

Se cuenta con una variedad de empresas conexas y que proveen elementos fundamentales como lo son empresas de construcción y proveedores eléctricos principalmente. Estas organizaciones brindan un respaldo en la operación de los integradores ya que en las diversas etapas de ejecución y en la cadena de valor se ven involucradas.

[+] Ventajas competitivas en industrias de apoyo.

Existen en la región compañías que ofrecen servicios suplementarios que son importantes para la operación, como lo son compañías de consultoría, compañías de servicios de ingeniería y proyectos y compañías informáticas que aportarían ventaja competitiva a la propuesta de valor en la integración de energía solar fotovoltaica.

[+] Experiencia de comercializadoras e integradoras.

En el Valle del Cauca se ha constituido un grupo de empresas integradoras de paneles solares. A su vez, se tienen compañías comercializadoras de toda la tecnología adecuada para estos montajes como lo son los mismos paneles solares, inversores, sistemas de protección AC y baterías de ciclo profundo.

[+] Oferta de servicio y redes de I+D.

El abanico de servicios ofrecido por las empresas relacionadas con el sector de energía solar fotovoltaica ha crecido, ya que durante los últimos años se ha despertado un interés por penetrar el mercado con esta alternativa y se ofrecen soluciones integrales más llamativas al cliente final.

Ya se pasó de solamente comercializar a diseñar e integrar soluciones complejas de sistemas autónomos o sistemas con conexión a la red eléctrica convencional a través de paneles solares

fotovoltaicos.

[+] Articulación de empresas, universidades y centros de investigación.

Como propuesta integral del clúster energético del sur occidente colombiano, se conformaron mesas de trabajo relacionadas a la investigación y desarrollo con la participación de centros de investigación en universidades y otros centros de formación con el objetivo de fortalecer el posicionamiento de la cadena productiva de energía eléctrica en la región. Los líderes de esta mesa de trabajo son la Universidad del Valle y la Universidad Autónoma de Occidente.

[+] Promoción y expansión del sector energético renovable FV.

A través de empresas independientes y algunas relacionadas con el clúster energético de la región, se ha promocionado el desarrollo de la tecnología solar fotovoltaica. Dentro de la gestión realizada por el clúster se tuvo en el 2015 participación en eventos importantes a nivel nacional y se realizó un workshop con énfasis en solar fotovoltaica para las empresas integradoras en la ciudad de Cali.

[+] Desarrollo del clúster energético en la región.

A partir del año 2013 se consolida oficialmente el Clúster de energía del Sur Occidente Colombiano, el cual se convierte en una organización muy importante para el desarrollo productivo energético de la región. El clúster a su vez representa una ventaja competitiva para el sector.

Empresas y estructura del sector

[+] Existencia de políticas que impulsan la inversión.

El gobierno colombiano ha empezado a establecer normatividad que incentiva el uso de

FNCE (Fuentes No Convencionales de Energía). La Ley 1715 de 2014 y el Decreto 2143 de 2015 son normas relacionadas a este sector de energías renovables, donde involucran incentivos tributarios para las empresas que operen bajo dicha finalidad.

[+] Existencia de diversidad de empresas que aporten al encadenamiento del sector.

El encadenamiento del sector cubre un amplio grupo de empresas relacionadas (conexas y de apoyo) que involucran proveedores internacionales fabricantes de paneles, baterías e inversores, así mismo fabricantes nacionales de cables, estructuras metálicas de soporte y tornillería. En el país también existe una diversidad de empresas consultoras, de diseño e integradoras que son las que recogen todo el suministro mencionado acá y entregan un producto final al cliente, visto como el usuario final de la energía.

[+] Reconocimiento del sector en la economía de la región.

El sector energético en la región suroccidental tiene actores muy importantes (instituciones de formación profesional, educación y centro de investigación, agentes de energía, proveedores de bienes y servicios y otros aliados estratégicos) que se vieron integrados bajo unos objetivos comunes, entre ellos, aumentar la productividad y sostenibilidad de ventajas competitivas del sector en la región.

[+] Empresas con metas alineadas.

Dentro del clúster energético del suroccidente, se ofreció en 2015 un programa de desarrollo de proveedores en energías renovables con énfasis en solar fotovoltaica, donde se involucraron 22 invitados. Adicional al programa de formación, se caracterizaron las compañías identificando necesidades y fortalezas con el ánimo de establecer alianzas que permitan impulsar el sector.

[+] Rivalidad doméstica.

Al ser creciente la oferta de soluciones energéticas usando paneles fotovoltaicos se tiene una rivalidad en aumento directamente proporcional, esto aporta al crecimiento del sector, ya que las compañías deben avanzar en conjunto para ser más productivas.

De igual forma se tiene una gran competencia entre las empresas de apoyo y conexas, lo que impacta positivamente en la propuesta de valor que se ofrezca en proyectos, servicios, mantenimientos, etc.

[+] Creación de nuevos negocios.

Ante la coyuntura ambiental en la región, país y a nivel global, se ha incrementado el interés por las organizaciones e individuos la implementación de proyectos que involucren energías limpias, renovables. Esto le da gradualmente apertura al mercado energético solar como uno de los que cuenta con mayor ventaja comparativa en la región por su receptividad lumínica natural.

Cadena Productiva

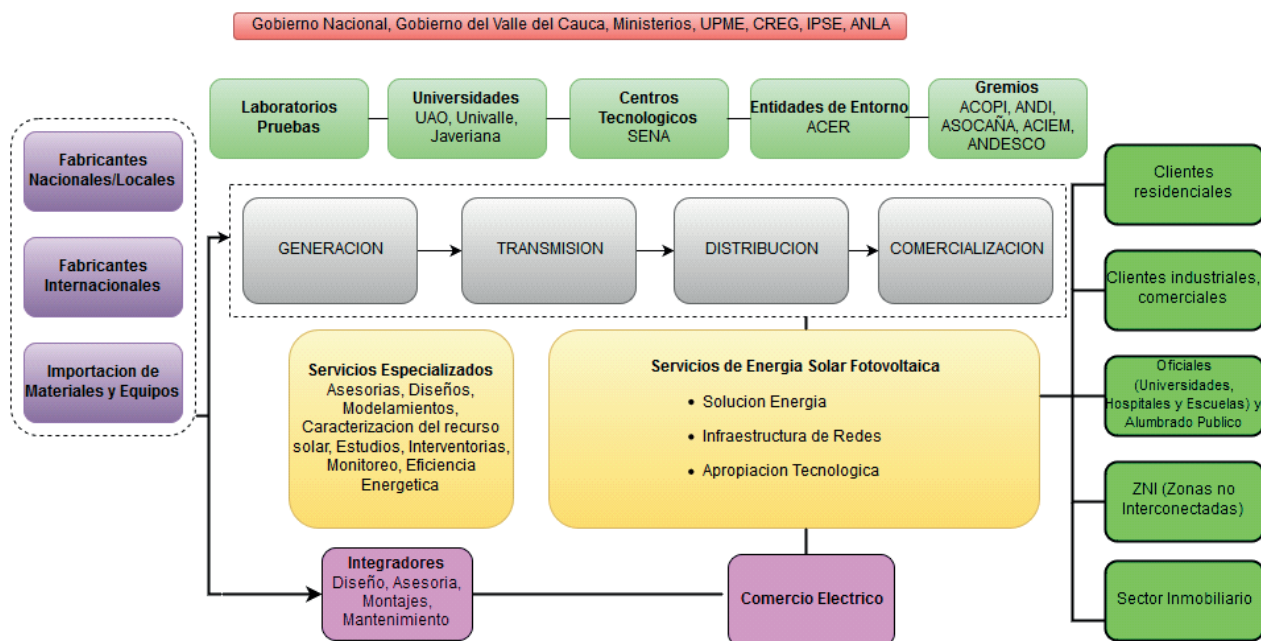


Figura 54. Cadena productiva basada en mapa de encadenamiento productivo tecnologías sostenibles Red Clúster Energía Suroccidente. Fuente: Elaboración propia

Diagrama Diamante Competitivo

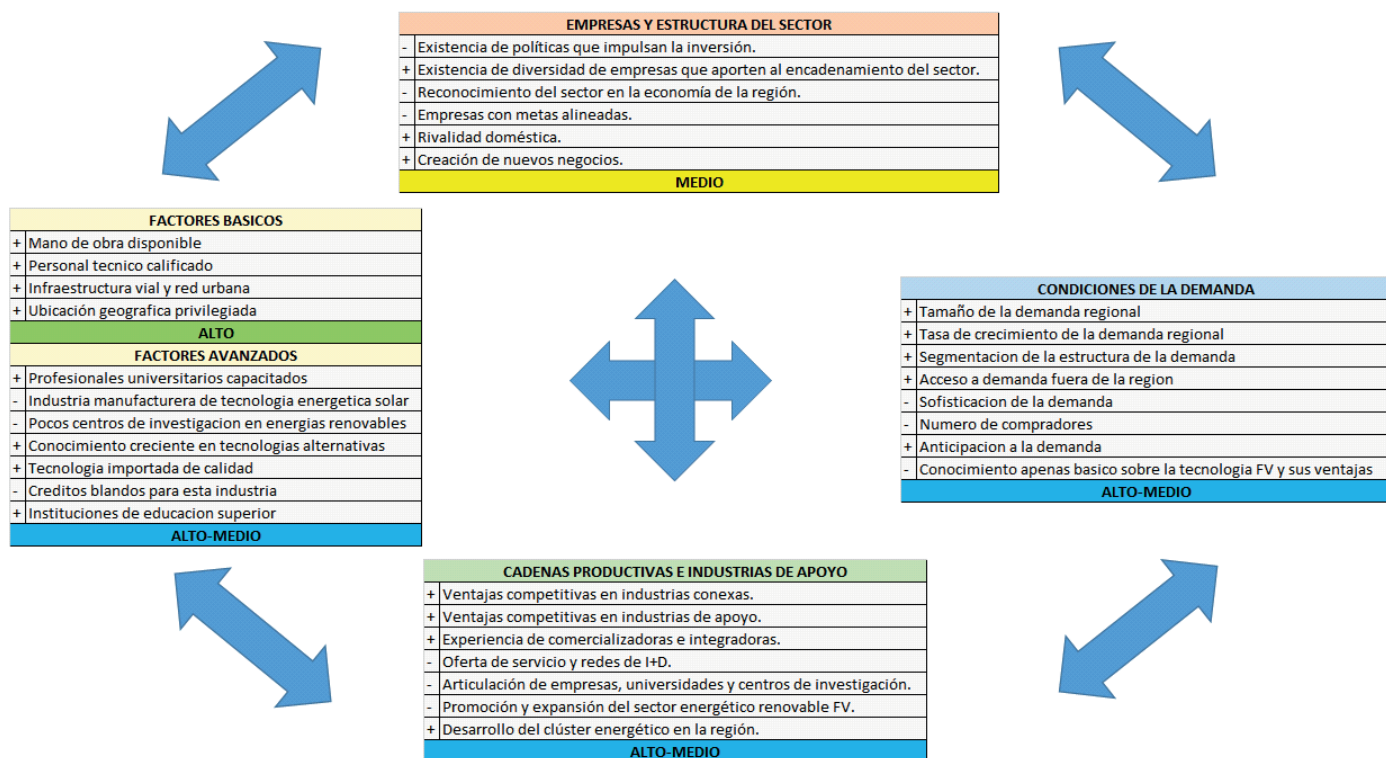


Figura 55. Diamante competitivo. Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Cinco Fuerzas Competitivas.

El análisis de las cinco fuerzas competitivas que propone Michael Porter, permite identificar oportunidades y amenazas en el sector en el cual se encuentra cualquier organización, en este caso se traslada dicho concepto al subsector o industria solar fotovoltaica.

Estas cinco fuerzas están determinadas por los competidores, nuevos ingresos de empresas al sector, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los compradores y la amenaza de sustitución.

[+] Intensidad de la rivalidad.

El sector de la energía solar fotovoltaica lleva poco tiempo de desarrollo en el país y el número de empresas es reducido en el país que ofrecen un servicio de alta calidad. Aunque la competencia es reducida, el mercado de la energía solar fotovoltaica va en aumento, de esta manera las alianzas con el sector público dan una ventaja sobre los competidores.

Podríamos decir que en el momento no existe una rivalidad latente pues el mercado es suficiente para los oferentes existentes.

[+] Amenaza de los nuevos entrantes.

El crecimiento del mercado y el consecuente crecimiento de la oferta se presenta como una amenaza en el sector.

Sin embargo existen barreras de entrada para los nuevos proponentes pues el know how no es fácil de adquirir pues como se ha mencionado la tecnología es relativamente nueva en el país.

Otra barrera de entrada está en los altos costos de importación y las barreras mismas para poder importar los componentes de la energía solar fotovoltaica.

Lo atractivo de este mercado se centra en las exenciones y facilidades que puede ofrecer el gobierno para la aplicación de energías alternativas.

[+] Proveedores

Esta tecnología está avanzando de forma vertiginosa y se encuentran en el mundo múltiples proveedores, que compiten entre ellos y la tendencia es a la baja en los componentes de los sistemas solares fotovoltaicos.

El hecho que uno de los principales componentes (paneles) sea importado impacta los proyectos dada la volatilidad del precio del dólar que como ya se vio en el estudio de los entornos, el precio de la divisa hizo que se incrementara de forma significativa el costo final de los productos.

El avance de la tecnología es un factor de negociación por parte de los proveedores pues el valor de cambio hace costos el cambio de la tecnología y crea incertidumbre en el mercado.

[+] Poder de negociación de los compradores.

Los compradores de esta tecnología entienden el costo de la misma y en poco o nada pueden influir en el precio de la misma. Sin embargo en este momento el mercado es pequeño dado por el costo de esta tecnología.

De esta manera como se veía en los entornos el costo de la tecnología limita la masificación a la “gente del común” pero sí existen iniciativas donde el apoyo gubernamental es fundamental y

le dan el impulso necesario para que la tecnología llegue a los más necesitados como las comunidades donde la red eléctrica no tiene alcance.

La creencia está sembrada en los compradores del retorno de la inversión y la oportunidad de la inversión en cuanto ahorro de energía. Aunque el retorno se da a largo plazo los clientes pueden hacer esa inversión y esperar el tiempo del retorno.

[+] Productos sustitutivos.

En sector más amplio en el cual se encuentra la energía solar fotovoltaica es el de las energías alternativas. En estas podríamos encontrar productos sustitutivos como la energía eólica, biomasa, mareomotriz, entre otras.

Estas energías alternativas al igual que la ESFV se encuentran en fase de desarrollo, siendo la ESFV la que en mejor desarrollo se encuentra.

Los costos, know how, adquisición, entre otros son una limitante en los productos sustitutos pues algunas ni siquiera han llegado al país como la mareomotriz.

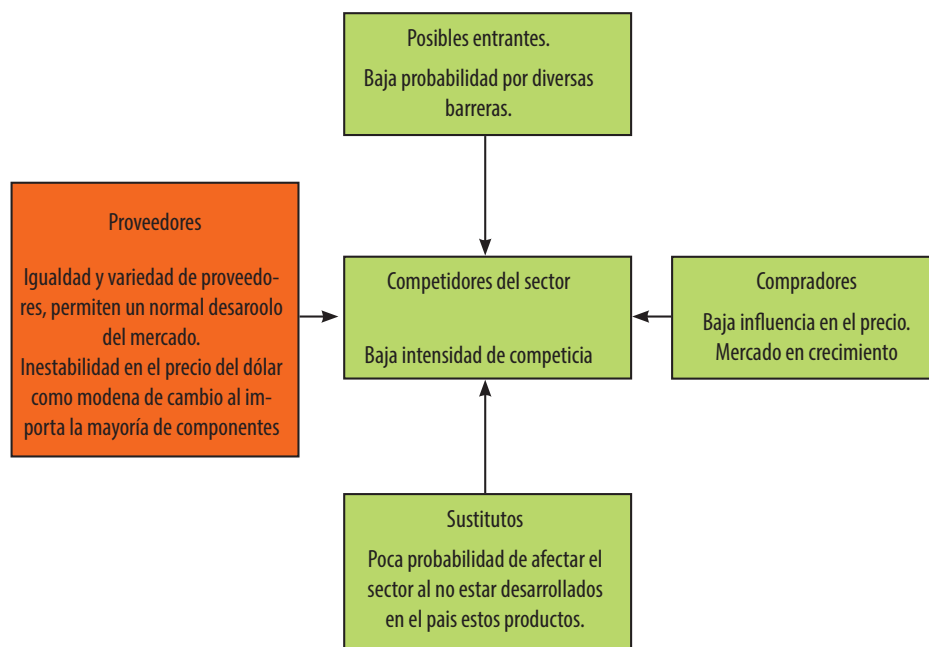


Figura 56. Cinco fuerzas competitivas. Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Cadena de valor

Identificar los puntos neurálgicos de la cadena de valor crea un diagnóstico para centrar los esfuerzos en los puntos que mayor valor aportan a la propuesta de la industria.

Identificar los eslabones críticos ya sea por deficiencia, suficiencia, importancia, entre otros; es clave para la industria para tomar acciones tendientes a optimizar recursos, operaciones, personal, etc. y crear una ventaja competitiva que redundará en la generación de valor en el producto final.

Como ya se ha expresado antes en el país ESFV es una tecnología relativamente nueva y no se producen los paneles que son un recurso clave en este tipo de tecnología. Sin excepción todas las empresas colombianas recurren a la importación de este recurso y generalmente con los mismos proveedores pues no se posee la tecnología ni materias primas para la producción a nivel lo-

cal de estos paneles y el modelo de negocio no se centra en esta producción.

Entonces las actividades primarias no van en el sentido de una creación física de un producto como tal sino está más orientada a la organización de elementos e instalarlos y dejarlos en funcionamiento al usuario final.

Actividades primarias

Logística de entrada. Esta es una actividad clave en la operación en el sentido de la importación, tiempos, procesos, licencias, gestiones, entre otros, de los componentes importados.

Operaciones. La integración de los componentes es una actividad que se va perfeccionando y se va adquiriendo un know how que en el tiempo y experiencia se afianzará y permitirá una ventaja competitiva importante para la industria.

Logística de salida. Se podría decir que esta actividad está íntimamente relacionada con las operaciones pues en sí es una de ellas. Esta es una de las actividades de terminación del producto. La entrada en operación y pruebas del sistema constituye la entrega definitiva del producto.

Mercadeo y venta. En esta área la industria debe ser promocionada desde websites, redes sociales y como eje fundamental asegurar presencia en los eventos que tienen que ver con energías alternativas. Una actividad clave en el marketing está la asociación con empresas del sector de los servicios públicos domiciliarios como son las energéticas y de gas domiciliario con las cuales se pueden establecer alianzas para proveer los servicios como alternativos o complementarios. El conocimiento que tenga de la tecnología por parte de la fuerza de venta será un factor determinante que brindará una ventaja competitiva evidente.

Servicio. Este aspecto es uno de los eslabones débiles de la industria pues el producto requiere poco mantenimiento o servicio dado que la autonomía de la ESFV es una de sus ventajas. El planteamiento de mantenimiento preventivo como parte de la solución ofrecida puede resultar una opción llamativa, de esta forma se podrá hacer una evaluación con miras a la mejora del producto y servicio.

Actividades de apoyo y complementarias

Adquisiciones. La mayoría de los componentes son importados ya finalizados. En este caso no se habla de materias primas sino de componentes finales. La importación y el proceso de legalización es un eslabón clave en la cadena de valor. La relación con los proveedores es vital en los tiempos y procesos de ensamble de los sistemas para lograr el justo a tiempo que ofrece la compañía.

Desarrollo de tecnología. El proceso de ensamble e instalación del producto terminado no requiere inversión en I+D, más vale capacitación y desarrollo de un know how que permita entregas en tiempos óptimos y con la mejor calidad. Aunque no se desarrolle tecnología si se desarrollan productos soporte e intermedios de los componentes importados.

Manejo de recursos humanos. Las actividades como logísticas de importación y adquisición de componentes, administración propia de las organizaciones y técnica en el de ensamble e instalación de los sistemas de ESFV requiere personal completamente idóneo para el éxito de las mismas. Al ser una tecnología nueva la capacitación del personal es clave en el desarrollo de una gestión del conocimiento que permita que esta sea transversal a la organización y de esta manera desde todos las áreas tener un conocimiento acertado de la tecnología y los procesos internos de ensamble de la compañía.

Infraestructura. Debe existir una solidez en el área de importaciones dado que los componentes principales son traídos de otros países. Ya en el medio local, la logística en los procesos de instalación debe ser un punto fuerte en cualquier organización del subsector fotovoltaico, dado que esto permitirá ejecutar optimizando recursos.

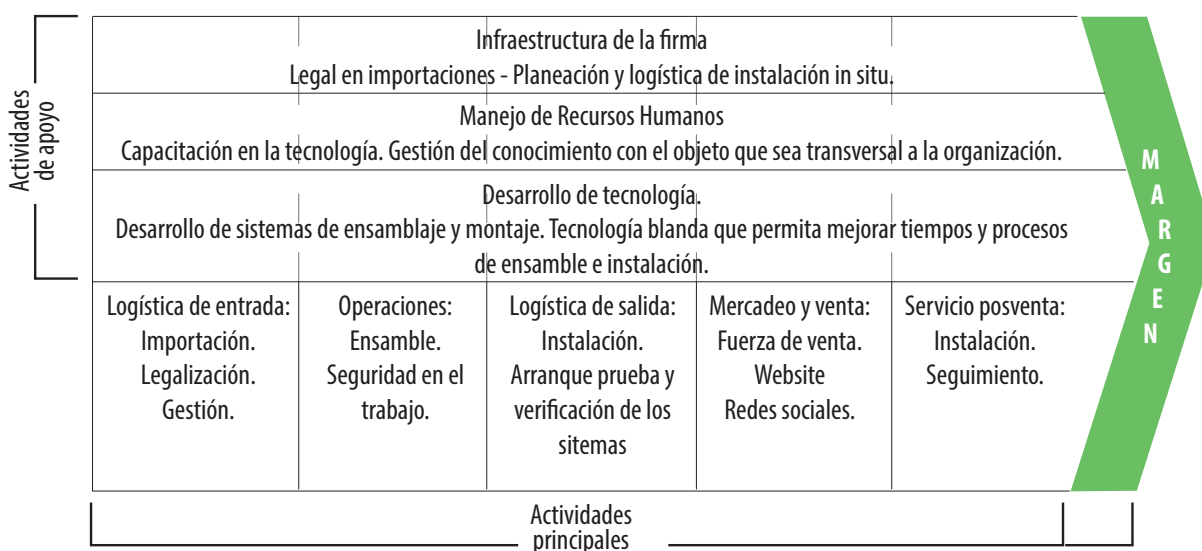


Figura 57. Cadena de valor. Fuente: Elaboración propia

3.3.4. DOFA

En esta técnica de análisis estratégico se combinan los factores internos que representan Fortalezas y Debilidades y los factores externos que indican Oportunidades y Amenazas.

Para llevar a cabo esta técnica es necesario definir el subsector de energía solar fotovoltaica como la unidad de análisis y el mercado junto al macrosector energético como el entorno.

Revisando el análisis interno, se encuentran fortalezas clave teniendo como fuente la parte tecnológica de la energía solar, la cual es amigable con el medio ambiente de acuerdo Rodríguez Murcia (2008) y representa además un costo inferior de mantenimiento una vez se cuenta con la instalación, esto respecto a otras tecnologías como la hidráulica que predomina en la región.

Por otro lado, las debilidades están soportadas por la emergente investigación y lenta apertura de mercado de acuerdo a las apreciaciones de los expertos entrevistados.

Tabla 17

Análisis DOFA

	FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS F1: Tecnología amigable con el medio ambiente teniendo como evidencia la cero emisión de GEI. F2: Tarifas reducidas en el rubro energético dado que los precios de los elementos para generación se han reducido. F3: Costos de mantenimiento mínimos en comparación con otro tipo de centrales eléctricas.	DEBILIDADES D1: Estancamiento en programas de capacitación frente a la energía solar fotovoltaica. D2: Fabricación de componentes principales en el país para dar cubrimiento al mercado emergente de la tecnología. D3: Articulación de investigación con los proyectos reales que permitan la incursión de los futuros profesionales de forma directa en el sector real.
	FACTORES EXTERNOS		
	OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA DO
	O1: Integración de energías alternativas dentro del Sistema Integrado Nacional (SIN) O2: Desarrollo de políticas públicas que impulsen las FNCER O3: Concientización de las personas frente al cuidado del medio ambiente.	1. Establecer programas empresariales de cultura frente al cuidado del medio ambiente y formación en energías renovables. 2. Inclusión legal de proyectos residenciales dentro de la canasta energética para integrarlos al sistema	1. Propiciar la industria manufacturera con la importación a bajo costo de equipos para la fabricación de componentes de la energía solar fotovoltaica como paneles e inversores. 2. Spin-off entre las empresas del sector ener-

		nacional de energía y reducir tarifas de consumo.	gético y las universidades líderes en esta área (UAO, Univalle, Javeriana) para la etapa final del desarrollo de la investigación en centros académicos y que pueda prosperar la convergencia energética.
AMENAZAS		ESTRATEGIA FA	ESTRATEGIA DA
A1: Interés de inversores según tiempos de retorno de capital.		1. Minimizar los tiempos y trámites requeridos para acceder a beneficios tributarios, se debe educar a los empresarios sobre los procedimientos.	1. Crear programas dentro de los sectores principales de la economía para explicar beneficios a largo plazo y generar participación en términos de inversión a los proyectos que involucren ESFV.
A2: Incremento en el precio de la tecnología debido a tasa cambiaria.		2. Asegurar que la banca participe de forma activa en los créditos financieros con tasas bajas para que el usuario residencial tenga la oportunidad de acceder a esta tecnología.	2. Identificar estructuras, procesos y acciones de clústeres energéticos de otros países para recopilar experiencias de éxitos y traerlas el clúster de la región.
A3: Complejidad de trámites de permisos para obtener beneficios tributarios.			

Fuente: Elaboración propia

Las estrategias FO, FA, DO y DA se diseñaron con el objetivo de maximizar Fortalezas y Oportunidades así como minimizar paralelamente las Amenazas y Debilidades.

3.3.5. Análisis de percepciones de los profesionales y expertos

Este análisis está basado en el desarrollo estadístico y análisis estratégico recogido en dos ejercicios de campo.

Primero, las entrevistas realizadas a los expertos de la energía solar fotovoltaica, donde puede se incluyen académicos, empresarios y especialistas técnicos.

Segundo, el cuestionario realizado a los profesionales vinculados como estudiantes a la Maestría en Administración de la Universidad del Valle.

3.3.5.1. Cuestionarios

Los cuestionarios realizados a 147 profesionales (17 prueba piloto y 130 prueba final) matriculados en seminarios de la Maestría en Administración de la Universidad del Valle arrojaron los siguientes datos estadísticos después de ser procesados en Excel y SPSS.

Estos resultados están clasificados por análisis individual según la estrategia principal asociada a cada pregunta y por análisis combinado al involucrar una segunda estrategia a cada pregunta según su diseño donde se realizó una estadística cruzada.

Información sociodemográfica

Estudiando la parte sociodemográfica, se encontró que el 54.8% de las personas que realizaron la encuesta son hombres. El 72.4% están entre un rango de edades entre 21 y 40 años. El 95.8% viven en la zona sur del Valle del Cauca, y el 65.1% son de estratos 3 y 4.

Observando la profesión de estos se halló que el 56.3% provienen de carreras de administración, y el 27.8% de carreras de ingeniería.

Analizando el nivel del cargo de los encuestados el 51% de estos poseen un cargo de jefatura, coordinación o supervisión, y el 18.6% poseen un cargo administrativo, contable o de finanzas.

Examinando el sector económico en que laboran los encuestados, el 46.9% laboran en el área de servicios, el 22.4% en el área industrial y el 10.5% en el área financiera. Para al nivel máximo de educación se encontró que el 53.1% de los encuestados ya habían culminado un pregrado en conjunto con una especialización.

Análisis estadístico individual por estrategias

Subestrategia de concientización

Con respecto a la estrategia de concientización, inicialmente se observó que el 88.4% de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en tener interés por la preservación del medio ambiente, aunque solo el 38.2% afirmó estar de acuerdo y muy de acuerdo en entender sobre que se trataba la energía solar fotovoltaica; observando tan solo en estas dos preguntas el desconocimiento que se tiene con respecto a esta tecnología.

Adicionalmente se observa que el 29.01% de las personas manifiestan estar de acuerdo que identifican la energía solar fotovoltaica como alternativa en beneficio del medio ambiente, y el 25.2% declaran estar muy de acuerdo.

A pesar de que se haya podido observar una respuesta positiva a la concientización que presentan los encuestados con respecto a la energía solar fotovoltaica, se encontró que el 72.5%, 75.6% y el 70.5% declararon estar tanto en desacuerdo como en una posición neutra con respecto a que la cultura valluna está preparada para implementar la energía solar fotovoltaica a nivel industrial, comercial y residencial respectivamente.

El 43.15% de las personas afirmaron estar muy de acuerdo en entender la afectación que se tiene con la emisión de gases de efecto invernadero en el medioambiente.

El 56.4% de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en que le llegaría a interesar en implementar una solución de energía solar fotovoltaica en sus propias industrias, negocios o viviendas. Aunque se halló también que el 61.5% están en desacuerdo y muy en desacuerdo al conocimiento de si la investigación sobre energía solar fotovoltaica es alta en la región vallecaucana.

Y debido a esa falta de conocimiento el 88.4% y el 79.6% de los encuestados respondieron que estaban de acuerdo y muy de acuerdo en que toda formación académica en primaria – secundaria y pregrado - posgrado respectivamente debe tener algún componente sobre energías renovables.

Subestrategia de formación y competencias

La falta de conocimiento de esta nueva tecnología también se ve reflejada en sus componentes usados, puesto que el 57.4% de las encuestados aseguraron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en identificarlos. Y solo el 7.7% dicen estar de acuerdo y muy de acuerdo en conocer si la investigación sobre energía solar es alta en la región del Valle del Cauca.

Adicionalmente se observa que el 83.7% contestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en que las empresas deben de tener planes de formación sobre energías renovables.

Considerando que el Valle del Cauca debe apostarle a la integración energética que involucre el uso de la energía solar fotovoltaica, el 81.8% de los encuestados afirmó estar de acuerdo y muy de acuerdo.

Asimismo, el 86.3% manifestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en que el gobierno debe apoyar la industria solar fotovoltaica para la fabricación nacional de sus componentes, tales como los paneles, inversores, reguladores y baterías.

Ahora, con respecto al clúster energético de Suroccidente se encontró que el 57.8% aseguró estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en lograr identificar este tipo de clúster, y el 15% aseguró estar de acuerdo y muy de acuerdo en lograr identificarlo.

Subestrategia de integración energética

Observando la estrategia de integración energética, el 42.4% respondió estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en tener conocimiento si el desarrollo de granjas solares fotovoltaicas en la región mejoraba la competitividad de la misma; aunque solo el 3.8% respondió estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en que la región del Valle del Cauca debe apostarle a la integración energética que involucre el uso de energía solar fotovoltaica.

Analizando la canasta energética, el 74.8% manifestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en que este tipo de canasta debe ser intervenida incluyendo otras fuentes de energía. Aun cuando el solo el 20.9% de los encuestados afirman estar de acuerdo y muy de acuerdo en conocer e identificar los componentes usados para implementar la energía solar fotovoltaica.

Por otro lado, el 40.5%, el 38.2% y el 45.5% de los encuestados afirmaron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo con que la cultura valluna esté preparada para implementar la energía solar fotovoltaica a nivel industrial, comercial y residencial respectivamente.

Sin embargo, el 76.5% y 78.6% expresaron estar de acuerdo y muy de acuerdo que el sector público y privado respectivamente, deben invertir en el desarrollo de nuevos proyectos fotovoltaicos.

Subestrategia de marketing

Estudiando las estrategias de mercado, se logró observar que de los encuestados el 59.8% consideran estar en desacuerdo y muy en desacuerdo que el mercadeo que se realiza a esta tecnología por tv, radio y prensa es adecuado.

Igualmente, el 53.8% afirman estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en que el mercadeo por páginas web, redes sociales y correo electrónico sea adecuado para promocionar la energía solar fotovoltaica.

Debido al mal manejo de marketing que se le ha venido dando a esta tecnología, el 55.4% afirman estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en conocer si el precio de la implementación de la energía solar fotovoltaica es adecuado. Además, el 57.8% confirman estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en identificar el clúster energético de Suroccidente.

Subestrategia de políticas publicas

Sobre el conocimiento que se tiene de la ley 1715 de 2014 se halló que el 85% de los encuestados manifestaron estar en desacuerdo y muy en desacuerdo sobre la existencia de esta.

Adicionalmente, el 66.7% contestaron estar igualmente en desacuerdo y muy en desacuerdo en conocer que existen incentivos tributarios para proyectos de energía solar fotovoltaica tales como reducción de renta, exención de IVA y aranceles y depreciación acelerada.

Asimismo, el 86.4% de los encuestados manifestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en que el gobierno debe dar más prioridad a las políticas públicas para fomentar el uso de las energías renovables.

Análisis estadístico por combinación de estrategias

Concientización y formación

De las personas que afirmaron estar muy de acuerdo en tener un interés por la preservación del medio ambiente, el 48.5% respondieron estar de acuerdo y muy de acuerdo en entender sobre que trata la energía solar fotovoltaica.

Ahora, de las personas que contestaron estar de acuerdo en tener un interés por la preservación del ambiente, el 23.1% contestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en entender sobre que trata la energía solar fotovoltaica. Evidenciando con esto de que las personas que tienen un alto interés por el medio ambiente entienden de que se trata esta nueva tecnología.

De las personas que afirmaron estar en desacuerdo, muy en desacuerdo y ni de acuerdo ni en desacuerdo sobre el conocimiento que tienen acerca si la investigación de esta tecnología es alta en la región, el 50.8% y 45% contestaron estar muy de acuerdo en que la formación académica en primaria-secundaria y pregrado-posgrado respectivamente; debe de tener algún componente sobre energías renovables.

Concientización e integración energética

Se encontró para esta combinación, que de los encuestados que estaban muy de acuerdo en identificar la energía solar fotovoltaica como alternativa en beneficio del medio ambiente el 57.6% están muy de acuerdo en llegar a implementar una solución de esta tecnología en sus propias industrias, negocios o viviendas.

Ahora, el 73.7% de las personas que estaban de acuerdo en reconocer la tecnología como una alternativa al ambiente, contestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en implementar una solución de este tipo de energía en sus industrias, negocios o vivienda.

Además, se halló que para los encuestados que están de acuerdo en que les interesa implementar una solución de energía solar fotovoltaica en sus industrias, negocios o vivienda, solo el 7.5% considera que está de acuerdo en que la región del Valle del Cauca está preparada para implementar la energía solar fotovoltaica a nivel tanto industrial, comercial y residencial.

Integración energética y políticas públicas

De las personas que están muy en desacuerdo en conocer si el desarrollo de granjas solares en la región mejora la competitividad de la misma, el 55.6% consideran estar de acuerdo y muy de acuerdo en que la canasta energética debe ser intervenida incluyendo otras fuentes de energía.

Ahora, de los encuestados que afirmaron no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo en saber si el desarrollo de estas granjas mejoraba la competitividad, el 75.6% considero estar de acuerdo y muy de acuerdo en que igualmente la canasta debe ser intervenida con este tipo de energía.

Marketing y políticas públicas

Los encuestados que afirmaron estar muy en desacuerdo en tener el conocimiento del costo de la implementación de la energía solar fotovoltaica, el 65.8% afirman estar en desacuerdo y muy en desacuerdo en que el mercadeo tanto en televisión, radio y prensa como en por páginas web, redes sociales y correo electrónico; para promover la energía solar fotovoltaica es adecuado.

Adicionalmente, se evidenció que de los encuestados que estaban muy en desacuerdo en tener conocimiento sobre la ley 1715 de 2014, solo el 8.8% contestaron estar de acuerdo y muy de acuerdo en tener conocimiento de los incentivos tributarios para proyecto de energía solar fotovoltaica.

También, se evidenció que de los encuestados que estaban muy de acuerdo en tener conocimiento sobre los incentivos, solo el 20% afirmaron tener conocimiento sobre la ley.

Políticas públicas e integración energética

De los encuestados que consideran estar muy de acuerdo en que el gobierno debe dar más prioridad a las políticas públicas para fomentar el uso de energías renovables, el 90.2% está de acuerdo y muy de acuerdo en que el gobierno debe igualmente apoyar la industria solar fotovoltaica en la fabricación nacional de los componentes de esta tecnología.

3.3.5.2. Entrevistas

Las entrevistas se realizaron a profesionales especialistas en su campo y a su vez relacionado con la energía solar fotovoltaica. La entrevista fue semiestructurada tratando de abordar los cinco elementos (Marketing, Competencias, Políticas Públicas, Integración Energética y Concientización) para generar un aporte a cada subestrategia.

Los especialistas escogidos se determinaron de la siguiente forma:

2 académicos reconocidos en el Valle sobre Energías Renovables – Solar fotovoltaica.

2 empresarios que tengan como principal actividad económica la energía solar fotovoltaica.

2 miembros del Clúster Energético de Suroccidente.

La selección se hizo de tal forma que se tuviera aporte desde la investigación, la industria y en áreas técnicas y comerciales.

En la siguiente tabla se aglomeran los principales puntos donde convergen las apreciaciones de los expertos.

Tabla 18

Consolidado de observaciones de los expertos entrevistados

TEMA	OBSERVACIONES
------	---------------

Formacion y competencias	Investigacion de la tecnologia en Universidad del Valle, Universidad Autonoma de Occidente (UAO) y CELSIA. Poca evaluación y estudio de paneles solares para estudios financieros. Existen diferencias en la vida útil y características técnicas. Apoyo a la cadena productiva a traves del Cluster de Energia de Suroccidente con invitaciones de expertos. Trabajo en proyectos hibridos que involucren otras energias renovables. Oportunidad de expansion en la formacion dado el postconflicto armado en el pais. Formacion obligatoria en pregrado y como electiva en posgrados en la UAO. Se dictan cursos de extension con gran acogida. Relacion universidades-empresas en el soporte a proyectos productivos y laboratorios como el de EPSA. Workshops anuales. Programa nuevo en la Universidad Santiago de Cali (USACA) llamado Ingenieria de Energias. Instituciones como el SENA, Antonio Jose Camacho y CECEP deben tener mayor aporte. Las empresas deben tener un mayor aporte formativo. Personal operativo, ingenieros y tecnicos. Apoyo de la Camara de Comercio.
Políticas Publicas	Aun falta estructurar mas la reglamentacion de la Ley 1715 dado que la venta de energia entregada a la red no esta regulada. Esto no es buen negocio para los comercializadores. Tambien falta desarrollar el RETIE. La Ley 1715 diversifica la matriz energetica por medio de los incentivos tributarios. Aun avanza lentamente la normatividad. Algunas empresas generan sus propias reglamentaciones para la ejecucion de sus actividades. UPME, CREG, IPSE se convierten en actores principales frente a la normatividad y regulacion del sector, aun falta mucho en la instrumentalizacion de las politicas publicas existentes. Se debe dar mayor acompañamiento para el aprovechamiento de incentivos. Impuesto al carbono.
Marketing	Cluster Energetico de Suroccidente. Pagina web, voz a voz, difusion interna entre las empresas por medio de los participantes de la mesa de trabajo. Poco mercado para la tecnologia solar dado que no hay fabricacion, el mercado aun esta subdesarrollado. Modelo de negocio propuesto por CELSIA. Arriendo de la energia solar. UAO tiene comunicación abierta gratuita sobre sus desarrollos en la

Integración Energética

tecnología solar fotovoltaica. Videos de campus sostenible. Certificación ISO 50001 – Gestión y eficiencia energética.

UAO tiene difusión a través del noticiero universitario 90 minutos. Se hacen pasantías a estudiantes de colegios, con recorrido al campus enfocando las energías renovables.

Enfoque a proyectos de vivienda nueva con incorporación de energía solar fotovoltaica.

Comunicación empresarial por redes sociales y mailing, ejercicio de evangelización de clientes.

Ferias en colegios y eventos solares de gran impacto. Enseñanza temprana.

A pesar de que la energía por medio de hidroeléctricas es la líder en la generación, el Valle tiene poca capacidad instalada respecto a otras regiones lo que da una oportunidad frente a la adopción de otras tecnologías.

Generación distribuida como buena opción por medio de Smart Grids.

Equipos con tecnología actualizada, transformadores inteligentes y centros de control avanzados, este último se viene desarrollando por EPSA. Así mismo, la penetración de contadores bidireccionales para medir aportes y consumos.

La capacidad soportada por la red no se ve afectada para autoconsumo, sin embargo se deben evaluar límites de inyección. Se debe revisar los equipos como Inversores que generan armónicos a la red eléctrica. El almacenamiento de energía se convierte en un punto crítico.

Empresas pequeñas se deben enfocar como aliados en instalación, mantenimiento y asesoría de los grandes comercializadores dada su poca capacidad instalada.

Alternativas financieras para poder pensar en integrar proyectos solares fotovoltaicos a la red actual. Figuras como el Power Purchased Agreement (PPA), Líneas de Crédito, BID, entre otros.

Evaluación de la estabilidad estática y dinámica de la red y la calidad de potencia – Despacho económico.

Concientización

Altas expectativas frente al desarrollo que se da con la regulación y baja en costos.

En el largo plazo puede darse la posibilidad de pensar la ESFV como una forma accesible para los hogares.

El entorno industrial poco a poco se está comprometiendo más con la responsabilidad social y ambiental.

Las personas naturales se ven afectadas por las altas inversiones.

Se debe convertir en un imaginario colectivo con oportunidad de mejora.

Fuente: Elaboración propia

3.4. PROPUESTA ESTRATEGICA ORIENTADA AL FORTALECIMIENTO DEL SUBSECTOR DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL VALLE DEL CAUCA

3.4.1. Estrategia Competitiva

La estrategia integradora tiene su alcance en cinco componentes que fueron denominados durante la profunda investigación documental en conjunto con la retroalimentación de charlas con expertos relacionados con la energía solar fotovoltaica. Estos componentes o subestrategias son Marketing, Formación y Competencias, Políticas Publicas, Integración Energética y Concientización.

Los cinco componentes deben ser trabajados en conjunto dado que entre ellos se logra aportar una serie de acciones y actividades para darle respuesta a la problemática de investigación. Como objetivo central se tiene la incentivación de la energía solar fotovoltaica en la región, así que se adopta un esquema de “Rueda de la Estrategia” adaptado al subsector y sus subestrategias de potenciación.

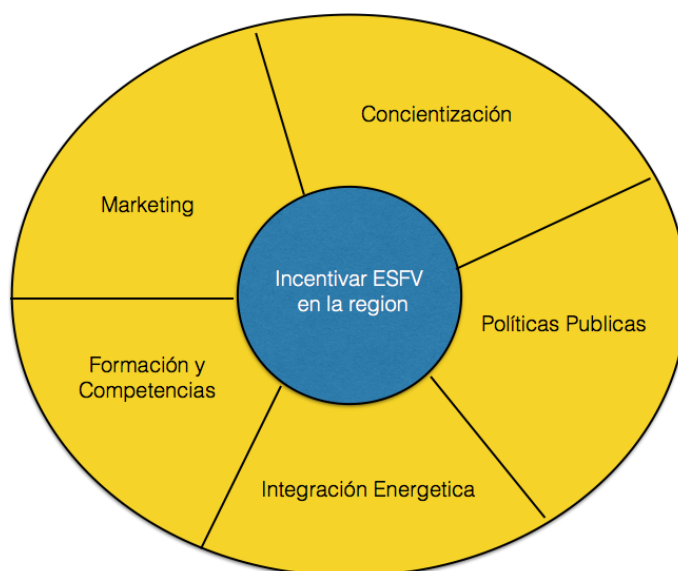


Figura 58. Rueda de la estrategia adaptada para la ESFV. Fuente: Elaboración propia basado en Montgomery (2012)

La estrategia integradora por lo tanto puede ser definida así:

“La energía solar fotovoltaica en el Valle del Cauca incrementara su participación en la región desarrollando una estrategia integral compuesta por cinco subestrategias de componentes fundamentales: Marketing, Concientización, Políticas Publicas, Integración Energética y Formación. Cada subestrategia llevara consigo programas y planes en el mediano y corto plazo que deben ser desarrollados para el posicionamiento de la misma dentro del mercado energético ofrecido actualmente.”

A continuación se describirán las actividades pertinentes a cada subestrategia, las cuales se desglosan en los programas y planes mencionados en la definición de la estrategia previa.

3.4.1.1. Subestrategia de marketing

La subestrategia para el componente estratégico de Marketing queda definida así:

“El desarrollo del mercado debe empezar con la inclusión de la educación básica en eventos propiciados por las universidades, campañas energéticas que sean accesibles a las comunidades y

ejecución tecnológica en el desarrollo urbano e industrial. Así mismo, debe darse el uso de los canales adecuados para la difusión de información relacionada con políticas públicas y avances científicos en la región”

- **Desarrollo de mercado.** El mercado para la ESFV esta aun subdesarrollado en la región, uno de los aspectos que refleja en esto es que no haya fabricación de los principales componentes y que se puedan minimizar costos de instalación. Se deben realizar campañas de educación energética dirigidas al cliente Residencial, Comercial e Industrial, con esto se deriva la participación de la industria manufacturera especializada al tener un mercado más educado y atraído. Así mismo, se requieren campañas educativas financieras sobre la implementación de la ESFV dado que se desconoce todo lo asociado en costos de la tecnología para decidir su viabilidad.
- **Pasantías académicas.** Invitación permanente a conocer el estado del arte de la tecnología a los futuros bachilleres con el ánimo de involucrarlos más en la tecnología y que puedan visualizar en ella una solución a sus futuros retos profesionales. Esto se lograría a través de las universidades con visitas guiadas a sus instalaciones y laboratorios.
- **Vivienda nueva con ESFV.** El auge de la construcción se debe aprovechar para incluir dentro de su propuesta la inclusión de paneles solares para autoconsumo energético. Dado que la vivienda es un bien financiado a largo plazo coincide con la vida útil de los sistemas fotovoltaicos y la amortización de los mismos.
- **Eventos solares de gran impacto.** Aumentar los eventos dedicados a presentar esta tecnología en la región. Se debe dar una gran visibilidad y alcance del mismo, dado que los eventos actuales están siendo conocidos solamente por las personas que se mueven constantemente en el subsector.

- **Difusión de políticas públicas.** Difusión y explicación de políticas públicas a través de medios masivos de gran impacto regional dado que hay un desconocimiento sobre las leyes y decretos que actualmente se vienen articulando para regular la ESFV.

3.4.1.2. Subestrategia de formación y competencias

La subestrategia para el componente estratégico de Formación queda definida así:

“La educación en energías renovables debe impartirse en todos los niveles académicos y profesionales, la conexión entre empresa y universidad debe continuar creciendo con la participación activa del Clúster Energético de Suroccidente. Las propuestas técnico-financieras en proyectos de ESFV deben ser apoyadas por el Clúster para fortalecer la cadena productiva del subsector”

- **Evaluación adecuada de proyectos.** Estudio detallado de los equipos a usar en cada aplicación y proyecto de energía solar fotovoltaica. La mala selección de los elementos impactarían el estudio financiero haciendo no viable una implementación.
- **Apoyo a la cadena productiva.** El Clúster Energético de Suroccidente debe potenciar su actividad en generación de conocimiento a los diferentes niveles de la cadena productiva del subsector energético fotovoltaico. Así mismo, debe lograr una mayor visibilidad dado que la mayoría de la población encuestada no lo identifica.
- **Incentivar alianzas empresa-universidad.** Creación de planes de vinculación entre grupos de investigación de energía solar fotovoltaica y la empresa regional. Esto logra una identificación de oportunidades en la implementación de la tecnología generando beneficios económicos a las empresas con aporte científico local. Según la encuesta no hay un claro reconocimiento de la investigación en ESFV. La mayoría de profesionales deter-

mino que el sector industrial del Valle debe apostarle a la ESFV como una alternativa que genere mayor competitividad.

- **Educación en ER en todos los niveles y en empresas.** Incorporación de cursos obligatorios en energías renovables y educación ambiental en todos los niveles educativos desde primaria hasta el nivel universitario. La Cámara de Comercio debe ofrecer planes de formación virtual a las empresas sobre ESFV y cursos de mayor enfoque al personal operativo.

3.4.1.3. Subestrategia de políticas publicas

La subestrategia para el componente estratégico de Políticas Publicas queda definida así:

“Agilizar el desarrollo de la Ley 1715 en paralelo con la actualización del RETIE para las instalaciones fotovoltaicas. Esto debe estar precedido por la socialización efectiva de tal forma que sea de conocimiento general en la región, aceptable comprensión y fácil implementación”

- **Priorizar la estructuración de la Ley 1715.** El gobierno debe priorizar en la estructuración de la Ley 1715 dado que hay algunos vacíos en cuanto a la reglamentación para la inyección de energía a la red. Por otro lado, se debe actualizar el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) donde se regule la instalación de alternativas energéticas. La gran mayoría de profesionales en la encuesta desconocen dicha ley ni sus incentivos.
- **Acompañamiento en el logro de incentivos.** El gobierno debe facilitar el trámite para la instrumentalización de los incentivos tributarios otorgados en la Ley 1715 de 2014. Se debe realizar una revisión de procesos y procedimientos dado que la gestión aún es muy

lenta según expertos. Así mismo, crear campañas de divulgación de alto alcance para que los empresarios y las personas naturales los puedan conocer y acceder a ellos.

3.4.1.4. Subestrategia de integración energética

La subestrategia para el componente estratégico de Integración Energética queda definida así: “Empezar a implementar las Smart Grids con equipos actualizados y de bajo impacto en la red energética actual. Presentación periódica con impactos financieros y sociales de proyectos solares implementados para analizar alcance competitivo en la región”

- **Generación distribuida.** Desarrollo de proyectos bajo el enfoque Smart Grids donde se vincule la ESFV a la canasta energética y se optimice el recurso al minimizar pérdidas de transporte.
- **Actualización de equipos y fabricación.** Para los proyectos de ESFV se debe tener exigencia en el uso de equipos actualizados y que generen estabilidad de red eléctrica dado que por ejemplo los inversores generan armónicos que afectan la calidad de la energía. El gobierno gradualmente debe propiciar la manufactura de los elementos principales de la tecnología como los paneles a medida que el mercado vaya madurando.
- **Análisis de competitividad.** Presentación de análisis de competitividad de los proyectos solares fotovoltaicos al sector público y privado. Se pretende incentivar la inversión de los sectores conociendo de proyectos reales sus resultados económicos y ambientales.

3.4.1.5. Subestrategia de concientización

La subestrategia para el componente estratégico de Concientización queda definida así:

“Las instituciones públicas y privadas deben generar conciencia en los ciudadanos aprovechando los distintos espacios culturales y de integración social. La industria de suroccidente por sectores, se compromete a implementar prácticas ambientales usando ESFV y el sector financiero debe consolidar planes de adquisición o renta de energías renovables dentro de su portafolio”

- **Educación ambiental con énfasis en ESFV.** Impartir charlas y cursos gratuitos en bibliotecas y espacios públicos enfocados en la energía solar fotovoltaica, explicando sus beneficios ambientales.
- **Campañas de ahorro en hogares.** Instituciones departamentales y municipales deben generar campañas de autoconsumo energético para impulsar la tecnología. Se deben otorgar créditos blandos a personas naturales interesadas en adquirir la tecnología. Empresas comercializadoras proponer tarifas competitivas bajo la figura de arriendo PPA (Power Purchase Agreement) con alto enfoque a zonas no interconectadas.
- **Aporte industrial.** Compromiso ambiental a nivel industrial, para ello se deben generar mesas de trabajo por sector industrial y proponer objetivos que vayan alineados con lo pactado por el gobierno nacional en el COP21 frente a la reducción del 20% a 2030 en GEI (Gases de Efecto Invernadero). Seguimiento semestral de avances y resultados.

Tabla 19

Resumen de acciones relacionadas a las subestrategias

SUBESTRATEGIA	ACCIONES
MARKETING	○ Educación energética al usuario residencial, comercial e industrial.

FORMACION Y COMPETENCIAS	○ Campañas de educacion financiera para proyectos solares. ○ Actualizacion estado del arte a bachilleres. ○ Propaganda de autoconsumo energetico en vivienda nueva. ○ Alta difusion a eventos solares dirigidos a toda la poblacion. ○ Socializacion adecuada de politicas publicas e incentivos. ○ Analisis tecnico-economico llevado correctamente con verificacion de expertos. ○ Campaña de visualizacion del Cluster. ○ Compartir desarrollos de investigacion en ESFV aplicados a la industria. ○ Enfoque verde en la academia con cursos obligatorios. ○ Camara de Comercio como enlace formativo a empresas.
POLITICAS PUBLICAS	○ Alto enfoque en seguir desarrollando la Ley 1715 con apoyo de UPME, CREG e IPSE. ○ MME (Ministerio de Minas y Energia) actualizar RETIE. ○ Optimizacion de tramites y acompañamiento para la gestion de incentivos.
INTEGRACION ENERGETICA	○ Implementacion de Smart Grids. ○ Uso de equipos actualizados para tecnologia ESFV y monitoreo de red. ○ Manufactura nacional gradual de paneles solares. ○ Presentacion periodica de resultados sobre proyectos con ESFV.
CONCIENTIZACION	○ Enseñanza ambiental enfocada a la ESFV en distintos escenarios. ○ Campaña de autoconsumo energetico usando ESFV y acceso a creditos. ○ Alquiler de tecnologia con tarifas competitivas a ZNI.

-
- Mesas de trabajo en sectores industriales para reducción de GEI según acuerdos internacionales.
-

Fuente: Elaboración propia

3.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desconocimiento de la tecnología en la región es una realidad que debe empezar a abordarse con la educación a la comunidad desde lo básico en formación medioambiental e ir avanzando gradualmente hasta reconocer a la ESFV como una alternativa viable en la canasta energética.

La industria solar fotovoltaica debe realizar un enfoque estratégico dirigido a los clientes potenciales para trabajo en zonas no interconectadas con soluciones diferenciadoras tanto en tecnología como en conocimiento. En este enfoque se deben incluir jornadas de concientización de las ventajas ambientales y económicas a mediano plazo, construcción adecuada de propuestas técnico-económicas donde la reducción de costos vaya enlazada con la propuesta de valor de las empresas conexas, y por último, la capacitación de mantenimiento a los usuarios finales que garantice un cierre completo del círculo de valor del servicio. Como actividad transversal a las descritas, la industria debe incluir en su estrategia el propender por la relación tripartita gobierno-proyectos-financiación, toda vez que para el éxito de muchas obras en ZNI debe existir un apoyo financiero proporcionado por los entes gubernamentales como alcaldías y gobernaciones.

Se debe continuar con el reto de seguir consolidando al Clúster Energético de Suroccidente como el vínculo entre distintos actores para que participen activamente en el desarrollo de proyectos con energía solar fotovoltaica en la región. La formación a dichos actores debe ser prioridad para que haya actualización constante de la tecnología y no se pierda la continuidad en los talleres impartidos.

El sector de energía solar fotovoltaica se encuentra en expansión a nivel interno en nuestro país, dado que poco a poco ha venido ganando terreno mayormente en algunas ciudades, pues algunas de las edificaciones que hoy en día se construyen acuden a este tipo de tecnologías en procura de cuidar el medio ambiente. No obstante, es importante mencionar que este tipo de Fuente No Convencional de Energía Renovable (FNCER) es desconocida en gran parte de nuestro territorio, lo que hace que la mano de obra sea muy limitada en dicho campo.

En Colombia y en las ciudades de mayor impacto sobre la economía, las empresas deben pensar en crear convenios o estrategias con las Universidades y centros de formación para diseñar programas técnicos, tecnológicos y profesionales que permitan formar mano de obra especializada en la FNCER, para de esta manera atender la demanda futura sobre este tema. El Valle del Cauca cuenta con universidades que ya han iniciado esta oferta académica la cual pone al departamento como un pionero en esta tecnología.

El subsector de Energía Solar Fotovoltaica, representa en gran medida una oportunidad de generar buenas prácticas medioambientales en un país o en una empresa, pues su acogida es sinónimo de conciencia social y cultural. Las formaciones verdes propuestas en la enseñanza permearán el constructo individual respecto al compromiso ambiental.

Es necesario que el gobierno nacional aterrice urgentemente las políticas que permitan el desarrollo del sector de FNCER, para que de esta manera las empresas y el país aproveche los nichos de mercado existentes, así como la ubicación geográfica con la que cuenta.

Los centros de I&D deben seguir creciendo con el desarrollo de este sector, dado que así tienen la oportunidad de generar nuevo conocimiento y crear o diseñar nuevas tecnologías que pueden ser difundidas y comercializadas en el mercado nacional e internacional. Es de vital impor-

tancia la participación activa de las universidades en este proceso hasta que la tecnología llegue a cierto grado de madurez.

Después de la investigación exploratoria-descriptiva presentada, se tienen muchas alternativas de continuidad para generar aportes de mayor profundidad frente al desarrollo de las sub estrategias en base a las actividades y acciones propuestas. Esto quiere decir un enfoque detallado de las subestrategias involucrando planes de acción estratégicos.

La investigación sobre otras fuentes de energía renovable también presentes en la región, puede determinar el desarrollo de una evaluación transversal que arroje resultados de viabilidad en cuanto a escenarios de generación energética.

Finalmente, se plantean interrogantes como:

Cuál es el grado de participación o ponderación de las subestrategias para el pleno desarrollo de una tecnología renovable?

Como está relacionada cada subestrategia con las demás y como se deben definir los enlaces que deben existir entre ellas?

BIBLIOGRAFÍA

- Ansoff, I. H. (1987). *Corporate Strategy*: Penguin Books.
- Badii, M. H., Guillen, A., y Abreu, J. L. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía. *Renewable Energies and Energy Conservation.*, 11(1), 141-155.
- Benavides, J. A. (2011). Observatorio de energia renovable para America Latina y el Caribe. In *Retos y oportunidades de las energías renovables en Colombia*: Consultoria Energia Renovable en Colombia.
- Betancourt Guerrero, B. (2014a). *Análisis sectorial y competitividad*: Santafé de Bogotá.
- Betancourt Guerrero, B. (2014b). *Entorno organizacional, análisis y diagnostico* (U. d. Valle Ed.).
- Cantillo Guerrero, E., y Daza Escorcía, J. (2012). El sector solar fotovoltaico en el caribe colombiano: análisis técnico y de mercado. *Scientia Et Technica*(51), 87.
- Cantillo Guerrero, E. F., y Conde Danies, F. (2011). Formulación de un plan de marketing para promover la electrificación urbana con sistemas solares fotovoltaicos. *Escenarios*, 9, 9.
- Casas Úbeda, J. M., Martín Peña, A., Javaloyes Tari, E., Gea Lopez, F., Vives Bolx, F., Perez Navarro, J. A., y Triguero Sanchez, I. (2008). *Educacion medioambiental* (E. C. Universitario Ed.). San Vicente (Alicante), España.
- CELSIA, B. (2017). Empezó a generar energia Celia Solar Yumbo, primera granja fotovoltaica de Colombia. Retrieved from <https://blog.celsia.com/sala-de-prensa/empezamos-a-operar-la-granja-de-energia-solar>
- Chaianong, A., y Pharino, C. (2015). Outlook and challenges for promoting solar photovoltaic rooftops in Thailand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 356-372.
doi:10.1016/j.rser.2015.04.042

- Chandler, A. D. (2003). *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*. Beard Books.
- Ley 1715, Ley 1715 de 2014 C.F.R. (2014).
- ConexionCOP, Colombia, H., Mundial, B., y BID. (2016). COP21 un nuevo intento. *Avianca*, 2.
- Construoaxaca. (2016). Energía solar. Retrieved from <http://www.construoaxaca.com/-!energia-solar/clq9>
- CORPOEMA. (2010). *Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)*. Retrieved from
- Dawn, S., Tiwari, P. K., Goswami, A. K., y Mishra, M. K. (2016). Recent developments of solar energy in India: Perspectives, strategies and future goals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 215-235. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.040>
- Dinero, R. (2016, Marzo). PIB. *Revista Dinero*.
- Estratégica, E. (2015). Las plantas de energía solar mas importantes que existen en todo el mundo. Retrieved from <http://www.energiaestrategica.com/las-plantas-de-energia-solar-mas-importantes-que-existen-en-todo-el-mundo/>
- Fotovoltaica, A. (2016). El presente y el futuro de la energía solar. Retrieved from <http://www.americafotovoltaica.com/energia-solar-en-el-mundo>
- Fotovoltaica, E. (2016). Terrenos para fotovoltaica. Retrieved from <http://www.energiafotovoltaica.ws/placas/terrenos-para-fotovoltaica.html>
- FSOP. (2010). *Plan regional de competitividad de Valle del Cauca*. Retrieved from Cali, Colombia:

- Garcia Garrido, S. (2016). Comparativa de costes de las energías renovables. Retrieved from <http://www.energia.renovetec.com/energias-renovables/294-comparativa-de-costes-de-las-energias-renovables>
- Garcia, H., Corredor, A., Calderon, L., y Gomez, M. (2013). *Análisis costo beneficio de energias renovables no convencionales en Colombia*. Retrieved from Bogota, Colombia:
- Géminel, B. (2015). COP21: 195 countries adopt the first universal climate agreement. Retrieved from <http://www.cop21.gouv.fr/en/195-countries-adopt-the-first-universal-climate-agreement/>
- Hoppmann, J., Peters, M., Schneider, M., y Hoffmann, V. H. (2013). The two faces of market support—How deployment policies affect technological exploration and exploitation in the solar photovoltaic industry. *Research Policy*, 42, 989-1003.
doi:10.1016/j.respol.2013.01.002
- ICER. (2015). *Informe de coyuntura economica regional. Departamento del Valle del Cauca*. Retrieved from
- Jia, F., Sun, H., y Koh, L. (2016). Global solar photovoltaic industry: an overview and national competitiveness of Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 126, 550-562.
doi:10.1016/j.jclepro.2016.03.068
- Kwan, C. L. (2012). Influence of local environmental, social, economic and political variables on the spatial distribution of residential solar PV arrays across the United States. *Energy Policy*, 47, 332-344. doi:10.1016/j.enpol.2012.04.074
- Ladino Peralta, R. (2011). *La energia solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso: Vereda Carupana, Municipio de Tauramena, Departamento de Casanare*. (Maestria en desarrollo rural), Pontificia Universidad Javerina, Bogota D.C.

- Liu, X., Sun, Y., y Kaloustian, T. S. (2015). Cultural factors influencing domestic adoption of solar photovoltaic technology: perspectives from China. *China Media Research*(4), 28.
- Lopez, Y. (2011). *Análisis de recurso solar y eólico en Colombia. Caso Valle del Cauca*.
- Macro, D. (2016). IPC Países - Colombia. Retrieved from <http://www/datosmacro.com/ipc-paises/colombia>
- Michel, A. H., Buchecker, M., y Backhaus, N. (2015). Renewable energy, authenticity, and tourism: social acceptance of photovoltaic installations in a Swiss Alpine region. *Mountain Research and Development*(2), 161. doi:10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-00111.1
- Mintzberg, H. (1973). Strategy-making in three modes. *California management review*, 16(2), 44-53.
- Montgomery, C. A. (2012). *El estratega : Conviértete en el líder que tu negocio necesita* (P. R. H. G. Editorial Ed.): New York : Harper Business, c2012. 1st ed.
- Mujika, J. (2010). Evolución de las instalaciones fotovoltaicas. Retrieved from <http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1206k.htm>
- Observatorio. (2016). El observatorio de la universidad colombiana. Retrieved from <http://www.universidad.edu.co/>
- ONU. (2016). Energia Limpia. Retrieved from <http://newsroom.unfccc.int/es/energ%C3%ADa-limpia/>
- Pais, E. (2015). Viviendas del oriente de Cali, las primeras en aprovechar la energía solar. *El Pais*. Retrieved from <http://www.elpais.com.co/caliviviendas-del-oriente-de-las-primeras-en-aprovechar-la-energia-solar.html>

- Pais, E. (2016). Lo que deja la caída del petróleo a los colombianos. *El Pais*. Retrieved from <http://www.elpais.com.co/economia/lo-que-deja-la-caida-del-petroleo-a-los-colombianos.html>
- Portafolio, R. (2014). Sena formara técnicos en energía solar fotovoltaica. *Revista Portafolio*.
- Porter, M. E. (1982). *Estrategia competitiva : técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia* / Michael E. Porter: México : Compañía Editorial Continental, 1985, c1982.
- Porter, M. E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*: Vergara.
- Prat Viñas, L. (2012, 2012). *Tendencias actuales en la energía solar fotovoltaica*.
- Rai, V., Reeves, D. C., y Margolis, R. (2016). Overcoming barriers and uncertainties in the adoption of residential solar PV. *Renewable Energy*, 89, 498-505.
doi:10.1016/j.renene.2015.11.080
- REN21. (2015). *Renewables 2015 Global status report*. Retrieved from Paris, Francia:
- REN21. (2016). *Renewable 2016. Global status report*. Retrieved from Paris, France:
- REN21. (2017). *Renewables 2017 Global Status Report*. Retrieved from Paris, Francia:
http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf
- Republica, B. d. l. (2016a). Banco de la Republica incrementa en 25 puntos básicos la tasa de interés de intervención. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/es/comunicado-18-03-2016>
- Republica, B. d. l. (2016b). Estadísticas. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/>
- Rodriguez Murcia, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería*, 28, 83-89.

- Sampieri, R. H., Collado, C. F., y Lucio, P. B. (1996). Metodología de la investigación. *Edicion McGraw-Hill*.
- Semana, R. (2016, Marzo). Indicadores financieros. *Revista Semana*.
- SENA. (2013). *Caracterización del sector eléctrico colombiano*. Servicio Nacional de Aprendizaje.
- SGI&C-FNCER. (2014). Alkosto y Panasonic invitan a conocer su proyecto de energía limpia en Bogotá. Retrieved from <http://www.upme.gov.co:81/sgic/?q=content/alkosto-y-panasonic-invitan-conocer-su-proyecto-de-energ%C3%ADa-limpia-en-bogot%C3%A1>
- SIEL. (2015). Indicadores de demanda. Retrieved from <http://www.siel.gov.co/>
- Sitiosolar. (2013). El autoconsumo fotovoltaico inyectado a red. Retrieved from <http://www.sitiosolar.com/el-autoconsumo-fotovoltaico-inyectado-a-red/>
- Smith, A., Kern, F., Raven, R., y Verhees, B. (2014). Spaces for sustainable innovation: Solar photovoltaic electricity in the UK. *Technological Forecasting & Social Change*, 81, 115-130. doi:10.1016/j.techfore.2013.02.001
- SolarWorld. (2012). Energía para ud y para mi. Retrieved from la.solarworld.com/~media/files/pdfs/solar-101-esp.pdf
- Steiner, G. A. (1985). *Planeación estratégica: lo que todo director debe saber*: Compañía Editorial Continental.
- Strupeit, L., y Palm, A. (2016). Overcoming barriers to renewable energy diffusion: business models for customer-sited solar photovoltaics in Japan, Germany and the United States. *Journal of Cleaner Production*, 123, 124-136. doi:10.1016/j.jclepro.2015.06.120
- TECMAC. (2017). Sistemas de backup con energia solar. Retrieved from <http://tecmingenieria.com/proyectos/proyectos-off-grid/>

- Telefonica, F. (2010). La energía solar, será con ayuda de las TIC, la única fuente energética que suministrara al mundo. Retrieved from <http://www.otromundoesposible.net/tecnologia-tic-energia-solar-sera-con-ayuda-de-las-tic-la-unica-fuente-energetica-que-suministrara-al-mundo/>
- Tiempo, R. E. (2015). La energía natural que mueve al mundo. *El Tiempo*. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15901037>
- UPME. (2014). Comunicado de prensa. Retrieved from <http://www1.upme.gov.co/SalaPrensa/Paginas/Comunicados-de-prensa.aspx>
- UPME. (2015a). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Retrieved from Bogotá, Colombia:
- UPME. (2015b). *Plan Energetico Nacional Colombia: Ideario Energético 2050*. Retrieved from Bogotá:
- Van Agt, J. (2012). Tiempo de amortización de una instalación fotovoltaica. Retrieved from <https://www.olino.org/es/articles/2011/01/16/tiempo-de-amortizacion-de-una-instalacion-fotovoltaica>
- Velez Alvarez, L. G. (2015). *El precio de la electricidad en Colombia y comparación con referentes internacionales 2012-2015*. Retrieved from Medellín, Colombia:
- Wang, H., Zheng, S., Zhang, Y., y Zhang, K. (2016). Analysis of the policy effects of downstream Feed-In Tariff on China's solar photovoltaic industry. *Energy Policy*, 95, 479-488. doi:10.1016/j.enpol.2016.03.026
- WEF, MME, UPME, y Inteligente, C. (2017). *Acciones para la transformación del sector eléctrico colombiano*. Retrieved from

http://www.upme.gov.co/Memorias_Seminarios_sp/Taller_microrredes_ZNI/resultados_taller.pdf

XM. (2017a). Retrieved from <http://www.xm.com.co/Paginas/Home.aspx>

XM. (2017b). Metadata. Retrieved from

<http://informacioninteligente10.xm.com.co/Pages/Metadatapublica.aspx>

Zhang, W., y White, S. (2016). Overcoming the liability of newness: Entrepreneurial action and the emergence of China's private solar photovoltaic firms. *Research Policy*, 45, 604-617. doi:10.1016/j.respol.2015.11.005

Zou, H., Du, H., Ren, J., Sovacool, B. K., Zhang, Y., y Mao, G. (2017). Market dynamics, innovation, and transition in China's solar photovoltaic (PV) industry: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 197-206. doi:10.1016/j.rser.2016.11.053

APENDICES

Apéndice 1. Cuestionario a profesionales

Investigación Energía Solar Fotovoltaica (ESFV)

Entrevistador: Jorge Manrique Fecha: ____/____/____ Seminario: _____

SECCIÓN 1: CUESTIONARIO

Por favor encierre en un círculo la alternativa que más se parece a lo que usted piensa.

	Muy en desacuerdo	En desacuer- do	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuer- do	Muy de acuerdo
1. Tengo un interés por la preservación del medio ambiente	1	2	3	4	5
2. Entiendo sobre que trata la energía solar fotovoltaica	1	2	3	4	5
3. Identifico los componentes usados para implementar la energía solar fotovoltaica	1	2	3	4	5
4. Identifico la energía solar fotovoltaica como alternativa en beneficio del medioambiente	1	2	3	4	5
5. Me interesaría implementar una solución de energía solar fotovoltaica en mi industria, negocio o vivienda	1	2	3	4	5
6. Conozco si es adecuado el precio de la implementación de la energía solar fotovoltaica	1	2	3	4	5
7. La cultura valluna está preparada para implementar la energía solar fotovoltaica a nivel industrial	1	2	3	4	5
8. La cultura valluna está preparada para implementar la energía solar fotovoltaica a nivel comercial	1	2	3	4	5
9. La cultura valluna está preparada para implementar la energía solar fotovoltaica a nivel residencial	1	2	3	4	5
10. Conozco si la investigación sobre energía solar fotovoltaica es alta en la región vallecaucana	1	2	3	4	5
11. Sabe si el desarrollo de granjas solares fotovoltaicas en la región mejoran la competitividad de la misma	1	2	3	4	5
12. El mercadeo por tv, radio y prensa para promocionar la energía solar fotovoltaica es adecuado	1	2	3	4	5
13. El mercadeo por páginas web, redes sociales y correo electrónico para promocionar la energía solar fotovoltaica es adecuado	1	2	3	4	5
14. El sector público debe invertir en el desarrollo de proyectos fotovoltaicos	1	2	3	4	5
15. El sector privado debe invertir en el desarrollo de proyectos fotovoltaicos	1	2	3	4	5
16. El Valle debe apostarle a la integración energética que involucre el uso de la energía solar fotovoltaica	1	2	3	4	5
17. El gobierno debe apoyar la industria solar fotovoltaica para la fabricación nacional de sus componentes (paneles solares, inversores, reguladores y baterías)	1	2	3	4	5
18. Conozco sobre la ley 1715 de 2014	1	2	3	4	5
19. Conozco que existen incentivos tributarios (Reducción Renta, Exención IVA, Exención Arance-	1	2	3	4	5

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
les, Depreciación Acelerada) para proyectos de energía solar fotovoltaica					
20. Entiendo la afectación que se tiene con la emisión de gases efecto invernadero en el medioambiente	1	2	3	4	5
21. Toda formación académica en primaria y secundaria debe tener algún componente sobre energías renovables	1	2	3	4	5
22. Toda formación académica en pregrado y posgrado debe tener algún componente sobre energías renovables	1	2	3	4	5
23. Las empresas deben tener planes de formación sobre energías renovables	1	2	3	4	5
24. Identifico lo que es el Clúster Energético de Su-rocidente	1	2	3	4	5
25. El gobierno debe dar más prioridad a las políticas públicas para fomentar el uso de las energías renovables	1	2	3	4	5
26. La canasta energética debe ser intervenida incluyendo otras fuentes de energía	1	2	3	4	5

SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN

Encierre en un círculo la alternativa que refleje mejor su situación.

27. Identifique su sexo 1. Masculino 2. Femenino	28. ¿En que rango de edades esta su edad? a. Entre 10 y 20 años b. Entre 21 y 30 años c. Entre 31 y 40 años d. Entre 41 y 50 años e. Entre 50 y 60 años f. Mayor a 60 años
29. ¿A que rama del conocimiento pertenece su profesión? Seleccione la más aproximada 1. Ingeniería 2. Administración 3. Salud 4. Ciencias Naturales 5. Artes 6. Humanidades 7. Ciencias Sociales 8. Educación 9. Otra rama no mencionada ¿Cuál?	30. ¿Cuál es el nivel de su cargo? Seleccione el más aproximado 1. Presidencia/Gerencia/Dirección 2. Jefatura/Coordinación/Supervisión 3. Operativo/Técnico/Productivo 4. Comercial/Mercadeo 5. Administrativo/Contable/Finanzas 6. Otro nivel no mencionado ¿Cuál?
31. ¿En qué sector económico trabaja? Seleccione el más aproximado 1. Agropecuario 2. Industrial 3. Servicios 4. Transporte 5. Comercio 6. Financiero	32. ¿Cuál es su nivel máximo de educación? Por favor encierre en un círculo la alternativa que corresponde al nivel máximo de estudios que usted ha aprobado 1. Pregrado 2. Especialización 3. Maestría 4. Doctorado

7. Construcción	
8. Minero y Energético	
9. Solidario	
10. Comunicaciones	
33. ¿En qué zona del Valle del Cauca vive usted? 1. Norte (Alcalá, Ansermanuevo, Argelia, Bolívar, Cartago, El Águila, El Cairo, El Dovio, La Unión, La Victoria, Obando, Roldanillo, Toro, Ulloa, Versalles, Zarzal) 2. Sur (Cali, Palmira, Yumbo, Jamundí, Candelaria, Dagua, Florida, La Cumbre, Pradera, Vijes) 3. Oriente (Sevilla, Caicedonia) 4. Occidente (Buenaventura) 5. Centro (Andalucía, Guadalajara de Buga, Bugalagrande, Calima-Darien, El Cerrito, Ginebra, Guacarí, Restrepo, Riofrio, San Pedro, Trujillo, Tuluá, Yotoco) 6. Otro municipio no mencionado ¿Cuál?	34. ¿En qué estrato vive usted? 1. Estrato 1 2. Estrato 2 3. Estrato 3 4. Estrato 4 5. Estrato 5 6. Estrato 6 7. Otro estrato no mencionado ¿Cuál?

Apéndice 2. Clasificación de preguntas según estrategias

PREGUNTA	ESTRATEGIA 1	ESTRATEGIA 2
1	CONCIENTIZACION	FORMACION Y COMPETENCIAS
2	CONCIENTIZACION	FORMACION Y COMPETENCIAS
3	FORMACION Y COMPETENCIAS	INTEGRACION ENERGETICA
4	CONCIENTIZACION	MARKETING
5	INTEGRACION ENERGETICA	CONCIENTIZACION
6	MARKETING	POLITICAS PUBLICAS
7	CONCIENTIZACION	INTEGRACION ENERGETICA
8	CONCIENTIZACION	INTEGRACION ENERGETICA
9	CONCIENTIZACION	INTEGRACION ENERGETICA
10	FORMACION Y COMPETENCIAS	CONCIENTIZACION
11	INTEGRACION ENERGETICA	POLITICAS PUBLICAS
12	MARKETING	POLITICAS PUBLICAS
13	MARKETING	POLITICAS PUBLICAS
14	POLITICAS PUBLICAS	INTEGRACION ENERGETICA
15	POLITICAS PUBLICAS	INTEGRACION ENERGETICA
16	INTEGRACION ENERGETICA	FORMACION Y COMPETENCIAS
17	POLITICAS PUBLICAS	FORMACION Y COMPETENCIAS
18	POLITICAS PUBLICAS	MARKETING
19	POLITICAS PUBLICAS	MARKETING
20	CONCIENTIZACION	FORMACION Y COMPETENCIAS
21	FORMACION Y COMPETENCIAS	CONCIENTIZACION
22	FORMACION Y COMPETENCIAS	CONCIENTIZACION

23	FORMACION Y COMPETENCIAS	MARKETING
24	MARKETING	FORMACION Y COMPETENCIAS
25	POLITICAS PUBLICAS	INTEGRACION ENERGETICA
26	INTEGRACION ENERGETICA	POLITICAS PUBLICAS
27	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
28	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
29	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
30	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
31	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
32	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
33	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA
34	SOCIODEMOGRAFICA	SOCIODEMOGRAFICA

Apéndice 3. Información de especialistas entrevistados

Experto – Guillermo Aponte. Red Clúster Energía Suroccidente

Experto – Yuri Ulianov Lopez. Universidad Autónoma de Occidente

Académico – Alejandro Paz. Universidad Javeriana

Académico – Gabriel González. Universidad Autónoma de Occidente

Empresario – Andrés González. ENECO

Empresario – Luis González. GAIA