

Estudio Sobre la Sustitución por Energías Renovables (Solar Fotovoltaica) en las Instituciones Educativas de Básica Primaria y Secundaria en Colombia: Análisis y Posibilidades

Nicolás Enrique Hernández Rueda, Andrea Ximena Ramírez Contreras

Trabajo de Grado Presentado para Obtener el Título de
Economista

Director
Eduardo Mantilla Pinilla
Economista, PhD.

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga
División Ciencias Económicas y Administrativas
Facultad de Economía
2015

DEDICATORIA

*Dedicado a los niños y niñas de Colombia que son nuestro
futuro y nuestra esperanza*

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a nuestros padres por su apoyo incondicional, a los docentes que nos formaron durante nuestro pregrado en Economía y a toda la comunidad tomasina.

Un agradecimiento especial a los profesores Carlos Julio Pinzón por su asesoría, al profesor Eduardo Mantilla por su objetiva conducción, y al profesor Henry Ortiz por hacer posible este trabajo de grado.

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen	13
Introducción.....	14
1. Estudio Sobre la Sustitución por Energías Renovables (Solar Fotovoltaica) en las Instituciones Educativas de Básica Primaria y Secundaria en Colombia: Análisis y Posibilidades.	16
1.1.1. Formulación del problema..	16
1.1.2. Planteamiento del problema..	16
1.1.3. Justificación.	17
1.1.4. Objetivos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1.4.1 <i>Objetivo general</i>	19
1.1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
1.1.5 Objeto de estudio.	19
2. Aspectos referenciales para el desarrollo de energías renovables	20
2.1 Energías renovables alternativas.	20
2.1.1. Energía hidráulica.....	19
2.1.1.1. Aspectos ambientales.....	20
2.1.2. Energía eólica.....	210
2.1.2.1. Aspectos ambientales.....	20
2.1.3. Energía geotérmica.	221
2.1.3.1 Aspectos ambientales.....	22
2.1.4. Energía solar.	232
2.1.4.1. Calentadores solares.....	22
2.1.4.2. Descripción de un sistema fotovoltaica de energía solar.....	23

2.1.4.2.1. Sistema de energía solar conectado a la red.....	23
2.1.4.2.2. Sistema interconectado mixto de energía solar.....	23
2.1.4.2.3. Componentes de un sistema de generación de energía fotovoltaica.....	24
2.2. Políticas públicas.....	<u>28</u>
2.2.1 Algunas definiciones de políticas públicas.....	<u>28</u>
2.2.2 La Relación entre la política y las políticas públicas.....	<u>29</u>
2.3. La teoría económica y el ambiente frente a las e.e.r.r.....	<u>30</u>
2.3.1. Aspectos ambientales de las fuentes de energía no convencionales.....	32
2.3.2. Cambio climático por la generación de gases de efecto de invernadero.....	35
2.3.2.1. Influencia del cambio climático en el potencial de las fuentes de EE.RR.....	39
2.4 Estado del arte en energía solar y políticas públicas.	<u>410</u>
3. Protocolos, convenios, tratados y acuerdos internacionales	<u>443</u>
3.1. Protocolos y metas internacionales.	<u>443</u>
3.1.1. Coalición de Johannesburgo.....	43
3.1.2. Alianza para la energía renovable y la eficiencia energética.....	44
3.1.3. Conferencia mundial sobre energías renovables, 2004.....	<u>44</u>
3.1.4. Unión Europea.	<u>45</u>
3.1.4.1. Directiva 2001/77/CE.....	<u>45</u>
3.1.4.2. Programa EIE.....	<u>45</u>
3.1.4.3. Directiva 2003/87/CE.....	<u>45</u>
3.1.4.4. Propuesta de directiva 2003/0173..	<u>46</u>
3.1.5. Organismo Internacional de Energía.	<u>46</u>
3.1.6. Iniciativa Latino-americana y Caribeña para el desarrollo sostenible (ILACDS).....	<u>47</u>
3.1.7. Plataforma de Brasilia sobre energías renovables.....	47
3.1.8. Declaración del parlamento latinoamericano.	<u>49</u>
3.2. Ratificación de acuerdos internacionales por Colombia.	<u>50</u>

3.2.1. Ley 164 de 27 de octubre de 1994.....	50
3.2.2. Ley 629 de 27 de diciembre de 2000.....	50
3.2.3. Ley 29 de 1992.....	50
4. Energía eléctrica y energía solar en Colombia.	<u>51</u>
4.1. Panorama de la energía solar.....	<u>51</u>
4.1.1. A nivel mundial.	<u>51</u>
4.1.2. A Nivel latinoamericano..	<u>55</u>
4.1.2.1. El Caribe.....	<u>56</u>
4.1.2.2. Mercosur.....	<u>58</u>
4.1.2.3. Comunidad andina.....	<u>61</u>
4.1.3. Resumen socio – económico Colombia.	<u>64</u>
4.1.4. Breve historia de la energía solar en Colombia.	<u>65</u>
4.1.5. Potencial de energía solar en Colombia..	<u>66</u>
4.2. Sector eléctrico nacional.....	<u>69</u>
4.2.1. Sistema Interconectado Nacional.....	<u>69</u>
5. Legislación y políticas públicas en Colombia para el fomento de las E.E.R.R.	<u>73</u>
5.1. Políticas públicas propuestas desde el estado.....	<u>73</u>
5.1.1 Relación entre una buena evaluación y un interés de inversión.....	74
5.1.2. Experiencia como conductora de una política pública.....	75
5.1.3. La academia como creadora y afianzadora de conocimientos y procesos.....	75
5.1.4. La óptica de la Cepal como creadora regional de políticas.....	76
5.2. Legislación, marco institucional y regulación actuales en Colombia.	<u>77</u>
5.2.1. Marco institucional.....	77
5.2.2. La legislación colombiana y el medio ambiente.....	78
5.2.3. Uso racional y eficiente de la energía.....	79
5.2.4. Consideraciones tributarias.....	79

5.2.5. La regulación como actor de política.....	<u>80</u>
5.2.6. Reglas comerciales del sistema de generación eléctrica.....	<u>82</u>
5.2.7 Ley 1715 de 2014.....	<u>84</u>
6. Experiencias en energía renovable solar (Chile y Uruguay)	<u>89</u>
6.1. Chile: un caso de éxito en la implementación de la energía solar	<u>89</u>
6.1.1. Resumen socio-económico de Chile.....	<u>89</u>
6.1.2. Análisis de la legislación y políticas públicas en E.E.R.R en Chile.	<u>91</u>
6.1.3. Consideraciones generales de la política pública en EE.RR en Chile.....	<u>93</u>
6.1.4. Algunos colegios ejemplares en Chile.	<u>97</u>
6.1.4.1. Red de energía solar en colegios de Chile.....	<u>97</u>
6.1.4.2. La Pinata-Chile.....	<u>98</u>
6.2. Uruguay: un prometedor futuro en energías renovables	<u>99</u>
6.2.1. Resumen socio-económico de Uruguay	<u>99</u>
6.2.2. Análisis de la legislación y políticas públicas en E.E.R.R en Chile.....	<u>101</u>
7. Energía eléctrica solar en los colegios de Colombia.	<u>106</u>
7.1. Proyectos piloto en el uso de energías solar fotovoltaica en Colombia.	<u>106</u>
7.1.1. Colegio en sector rural: colegio de Tomarrazón funciona ahora con energía solar.....	<u>106</u>
7.1.2. Colegio en Sector Urbano: Colegio Distrital Benjamín Herrera Inaugura aula iluminada con panel de energía solar.	<u>107</u>
7.1.3. Colegio en área de Bucaramanga: Instituto Tecnológico Salesiano	<u>108</u>
7.2. Porque los colegios deberían ser pioneros en la implementación de la energía solar fotovoltaica en Colombia.	<u>110</u>
8. Análisis crítico-situacional de la energía solar fotovoltaica en las instituciones educativas de primaria y secundaria en Colombia	<u>113</u>
8.1. Las entidades estatales, docentes, comunidades, estudiantes y academia como actores en la implementación de las políticas públicas en EE.RR.....	<u>113</u>

8.1.1 Estímulos a la creación de empresas relacionadas con el sector de las E.E.R.R y su vinculación con el sector educativo.	<u>115</u>
8.1.2 Sobre la valorización de los inmuebles que instalen sistemas de E.E.R.R..	<u>115</u>
8.2 Consideraciones de política y regulación.	<u>115</u>
8.2.1 Reglamentación de tarifas y precios de energía para sistemas de EE.RR.	<u>115</u>
8.2.2 La energía firme y el cargo por confiabilidad.	<u>116</u>
8.2.3 Producción y Comercialización de elementos constitutivos de los sistemas de EE.RR.	<u>116</u>
8.3 Plan propuesto*: “Colegios solares en Colombia 2025”	<u>117</u>
9. Conclusiones.	<u>119</u>
10. Recomendaciones.	<u>120</u>
Referencias	<u>122</u>
Apéndices	<u>127</u>

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Escenario En Cambios De Temperatura, Humedad Relativa Y El Aumento Del Nivel Del Mar</i>	32
Tabla 2. <i>Matriz De Identificación De Impactos Ambientales Generados Por Las Fuentes Energéticas</i>	34
Tabla 3. <i>Impacto Ambiental De Las Diferentes Fuentes De Energía (Ton/GWh generado)</i>	35
Tabla 4. <i>Algunos datos Macroeconómicos de Colombia</i>	65
Tabla 5. <i>Potencial de Energía solar por Regiones</i>	69
Tabla 6. <i>Capacidad efectiva neta del SIN a 31 de diciembre de 2012 y 2013</i>	73
Tabla 7. <i>Factores determinantes de Políticas FNCE y Criterios de Priorización</i>	74
Tabla 8. <i>Algunos Datos Macroeconómicos de Chile</i>	92
Tabla 9. <i>Algunos Datos Macroeconómicos de Uruguay</i>	101

Lista de figuras

Pág.

<i>Figura 1.</i> Mapa de la cobertura de interconexión eléctrica nacional a 2012	16
<i>Figura 2.</i> Proceso Geotérmico	22
<i>Figura 3.</i> Sistema Fotovoltaico conectado a una red eléctrica.	24
<i>Figura 4.</i> Esquema de un Sistema Fotovoltaico Conectado a una Red Eléctrica	25
<i>Figura 5.</i> Baterías Acumuladoras de Energía	25
<i>Figura 6.</i> Módulos Fotovoltaicos / Paneles Solares	26
<i>Figura 7. Reguladores de Carga Eléctrica</i>	27
<i>Figura 8.</i> Inversor / Conversor de Energía.....	28
<i>Figura 9.</i> Sistema de Seguimiento Solar	28
<i>Figura 10.</i> Emisiones Evitadas por el Uso de las Energías Renovables.....	36
<i>Figura 11.</i> Efecto Invernadero	38
<i>Figura 12.</i> Participación de fuentes del sector eléctrico y generación de CO2	39
<i>Figura 13.</i> Matriz energética global	52
<i>Figura 14.</i> Evolución de la Capacidad Solar Fotovoltaica entre 1995-2012	55
<i>Figura 15.</i> Contribución de las principales potencias en energía solar a nivel mundial. Año 2013	55
<i>Figura 16.</i> Participación en el Mercado de los 15 Mayores Productores de Módulos Solares PV en 2012.	56
<i>Figura 17.</i> Matriz energética de Haití	57
<i>Figura 18.</i> Matriz energética de Rep. Dominicana	58
<i>Figura 19.</i> Matriz energética de cuba	58
<i>Figura 20.</i> Matriz energética de Brasil	59
<i>Figura 21.</i> Matriz energética de Argentina.....	60
<i>Figura 22.</i> Matriz energética de Chile	61
<i>Figura 23.</i> Matriz energética de Uruguay.....	61
<i>Figura 24.</i> Matriz energética de Ecuador	62
<i>Figura 25.</i> Matriz energética de Perú.....	63
<i>Figura 26.</i> Matriz energética de Venezuela.....	63
<i>Figura 27.</i> Matriz energética de Colombia	64
<i>Figura 28.</i> Mapa división político-administrativa de Colombia	65
<i>Figura 29.</i> Radiación solar recibida sobre Colombia.....	68
<i>Figura 30.</i> Mapa Promedio Diario Multianual de Radiación Solar	70
<i>Figura 31.</i> Composición de la generación del SIN en 2012	72
<i>Figura 32.</i> Composición de la generación del SIN en 2013.....	73
<i>Figura 33.</i> Mapa de Chile.....	90
<i>Figura 34.</i> Diagrama de dispersión uso de energía Vs. PIB per-cápita	93
<i>Figura 35.</i> Objetivos clave de la política energética de Chile.....	94

<i>Figura 36. Potenciales áreas de acción</i>	<i>95</i>
<i>Figura 37. Líneas de acción en ERNC en Chile</i>	<i>96</i>
<i>Figura 38. Proyectos por capacidad de Producción en Chile</i>	<i>Figura 39. Aprobación y calificación de</i>
<i>proyectos.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 40. Proyectos ingresados y aprobados en Chile</i>	<i>98</i>
<i>Figura 41. La Pintana - Chile</i>	<i>99</i>
<i>Figura 42. Mapa político administrativo de Uruguay</i>	<i>100</i>
<i>Figura 43. Colegio de Tomarrazón</i>	<i>107</i>
<i>Figura 44. Colegio distrital Benjamín Herrera</i>	<i>108</i>
<i>Figura 45. Instituto tecnológico Salesiano</i>	<i>109</i>

Lista de Apéndices

Pág.

Apendice A. Análisis UPME: El Cargo por Confiabilidad regulado mediante la Resolución CREG 071 de 2006.	128
--	-----

Resumen

Estudio analítico descriptivo que busca explicar las relaciones causa – efecto entre la aplicación de políticas públicas en energías renovables y la provisión eficiente y económica de energía, instituciones educativas de primaria y secundaria en Colombia. La meta principal de este trabajo de grado es llegar a proponer algunas estrategias que hagan viable y efectivo el uso de la energía solar en los colegios de Colombia. Se hace un análisis del estado actual de la legislación colombiana y de las políticas públicas en energías limpias, concretamente la solar. Revisión de estructuras energéticas y de las políticas en países referenciales como Chile y Uruguay. Finalmente, se proponen estrategias para maximizar y optimizar la utilidad de las actuales legislaciones y regulaciones en la materia.

Introducción

En esta investigación se busca determinar algunas de las falencias más importantes en la implementación de las actuales políticas públicas (y sus regulaciones) en energías renovables (solar) en Colombia, y específicamente llegar a plantear posibles estrategias para que estas políticas conduzcan a una popularización de la energía solar en los colegios de Colombia.

Este estudio es de tipo Analítico-Descriptivo porque pretende explicar las relaciones causa-efecto entre la aplicación de las políticas públicas en energías renovables y la provisión eficiente y económica de energía en las instituciones educativas de primaria y secundaria en Colombia.

La meta principal de este trabajo de grado es llegar a proponer algunas estrategias que hagan viable y efectivo el uso de la energía solar en los colegios de Colombia. Los grandes cambios en los ámbitos tecnológico y social solo han sido posibles cuando las nuevas generaciones se apropiaron de dichos nuevos conocimientos y paradigmas, siendo así, que mejor lugar para comenzar la masificación de las energías renovables sino en los colegios de nuestro país. Para poder llegar a la meta del trabajo de grado se ha estructurado de la siguiente manera:

Comenzamos por la sustentación teórica para el uso de la energía limpia solar. Abordaremos una breve descripción de los elementos científicos y técnicos detrás de esta tecnología. Luego una revisión desde la economía y la teoría de diseño de políticas públicas y finalmente tocaremos el tema de los impactos ambientales en el uso de la energía solar.

Hacemos un breve repaso de los actuales protocolos y directrices a nivel mundial concernientes al uso racional de la energía, la producción de energías limpias y la mitigación de los impactos ambientales.

Luego se hace una reseña de la forma como se presta el servicio de energía eléctrica en nuestro país, desde la generación, la distribución (interconexión) y consumo a nivel nacional. Dentro de este marco mostraremos el estado actual del uso de la energía solar en los colegios de Colombia.

Luego abordaremos el estado actual de la legislación colombiana y de las políticas públicas en el tema de energías limpias, concretamente la solar. Seguidamente hacemos una revisión de las estructuras energéticas de países de referencia como Chile y Uruguay, abordando

tanto las estadísticas como los avances en legislación y política pública conducentes a la masificación de las energías renovables.

Dentro de esta revisión de Chile y Uruguay se hace un énfasis en el papel que desempeñan las diferentes instituciones y la forma como la ley y las políticas le han venido dando forma a la red de energías limpias en dichos países, específicamente la energía solar.

Con base en todos los anteriores elementos e información pasamos a proponer, lo que a nuestro juicio como economistas, deberían ser algunas estrategias para maximizar y optimizar la reglamentación y puesta en marcha de las actuales políticas públicas en energía solar en los colegios de Colombia.

1. Estudio Sobre la Sustitución por Energías Renovables (Solar Fotovoltaica) en las Instituciones Educativas de Básica Primaria y Secundaria en Colombia: Análisis y Posibilidades.

1.1. Aspectos metodológicos.

1.1.1. Formulación del problema. ¿Qué estrategias dentro de las políticas públicas se deben adoptar para llegar a una popularización viable de la energía renovable solar en los colegios de Colombia?.

1.1.2. Planteamiento del problema. Actualmente el 52% del territorio nacional, el cual incluye 90 municipios, 1.448 localidades, 39 cabeceras municipales, 5 capitales de departamento y 20 territorios especiales biodiversos y fronterizos no hace parte del sistema interconectado eléctrico nacional.

Aunque hay iniciativas como las del IPSE (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas), donde se busca suplir de energía a dichas comunidades alejadas geográficamente de los grandes centros urbanos, aun así, es evidente que los resultados distan mucho de lo que estas comunidades demandan con urgencia. Se muestra el mapa de la cobertura de la interconexión eléctrica nacional al 2012:



Figura 1. Mapa de la cobertura de interconexión eléctrica nacional a 2012

Fuente: (IPSE 2012)

Por otro lado, este 48% del país que sí está interconectado y que además tiene suministro de gas domiciliario, se encuentra frente a una paradoja, la cual consiste en la dualidad de fácil disposición de energía, contra una total dependencia del sistema interconectado (además a unos muy elevados precios).

Esta dependencia va más allá de un simple aspecto técnico; es una dependencia que tiene importantes connotaciones económicas, políticas y sociales, puesto que son las regiones generadoras de energía hidroeléctrica (Antioquia, Boyacá, Santander y Cundinamarca) las que proveen casi la totalidad de la energía eléctrica del país.

Esta dependencia puede llegar a limitar el desarrollo regional y local, y esto en última instancia afecta la calidad de vida de los habitantes de todo un país, entendiéndonos así como una república unitaria.

Así que se enfrenta dos problemas esencialmente, el primero llevar energía barata, renovable y eficiente a todos los lugares del país, puesto que aun los que existe no están interconectados; y el segundo problema es disminuir la total dependencia de los centros urbanos de la energía hidroeléctrica. Para esto se considera la energía renovable solar como el camino que podría contribuir a resolver estas dos importantes problemáticas.

Este panorama no se presenta exclusivamente en Colombia, ya varios países se han dado cuenta que solo mediante el uso de energías alternativas se pueden lograr estas metas de cobertura energética en las instituciones educativas, y de independencia de los sistemas interconectados.

1.1.3. Justificación. El desarrollo histórico, social y económico de la humanidad se ha dado a causa (y paralelamente) con la explotación de recursos naturales, entiéndase como minerales, agrícolas y energéticos. Los energéticos y minerales presentan una alta correlación, como es el caso del carbón y los fósiles, sin mencionar la deforestación a causa de la explotación maderera. Pero son justamente este tipo de elementos los que más han contribuido a la degradación ambiental que padecemos hoy en día, y cuyos efectos pueden llegar a ser irreversibles si no actuamos ahora y en forma contundente.

Los nefastos efectos de la actividad contaminante del hombre se han venido evidenciando en el cambio climático, lluvia ácida, deterioro de la capa de ozono, smog, reducción de fuentes hídricas y baja productividad agrícola. Conscientes de todo esto, organismos multilaterales a

nivel mundial han llegado a ciertos acuerdos sobre la indispensable protección del medio ambiente y del uso racional y eficiente de los recursos energéticos; dando especial importancia a aquellas fuentes renovables y limpias de generación energética como la solar y la eólica, siendo la solar el objeto de estudio y aplicación de este trabajo de grado.

La optimización en el uso de estos recursos energéticos requiere de los avances científicos y tecnológicos en la manera como se obtienen y explotan, pero también depende mucho de la estructuración económica y social que se gestó en torno al uso mismo de estos recursos. Por lo tanto adecuar las políticas públicas a este propósito es esencial y necesario.

El consumo energético de las instituciones educativas constituye una gran parte del presupuesto de dichas entidades. Igualmente, las tradicionales fuentes energéticas usadas para el abastecimiento de este mercado tienen altos impactos ambientales; como también, elevados costos de generación, transmisión, distribución y mantenimiento de dichos sistemas.

La dependencia de grandes sistemas interconectados para el suministro de electricidad y gas es una desventaja estratégica desde los puntos de vista económico, político y social. Se requiere que esta dependencia de grandes sistemas oligopólicos se reduzca para entrar en consonancia con las nuevas directrices de equidad, derivadas de un marco como el del Estado Social de Derecho.

Es por las anteriores razones, que se hace necesario replantear la forma como se provee energía a las instituciones educativas en Colombia. Este cambio de paradigma requiere de estudios, análisis y evidencias que sustenten, no solo la fundamentación, sino también la puesta en marcha de nuevas políticas públicas que incentiven el uso de energías alternativas. Que generen un menor costo de amortización en el tiempo, menor dependencia de los sistemas interconectados, un futuro menos contaminado y un cambio de pensamiento en las futuras generaciones, creando conciencia y responsabilidad social.

El estudio de las actuales políticas públicas en energías renovables requiere hacer referencia a países que ya han allanado este camino, analizando tanto las fortalezas como debilidades de sus políticas y legislación.

1.1.4. Objetivos.

1.1.4.1 Objetivo General. Estudiar la actual legislación y políticas públicas en E.E.R.R. (solar fotovoltaica) en Colombia, al igual que el estado de su implementación. Determinando así elementos importantes que (a la luz de países de referencia) deban ser reformulados para acelerar el proceso de sustitución energética en el país; planteando y justificando la importancia de los colegios como pioneros en este desarrollo.

1.1.4.2 Objetivos Específicos.

- Hacer una revisión teórica de los conceptos económicos, técnicos, jurídicos y ambientales que enmarcan las Energías Renovables, y concretamente la energía solar fotovoltaica.
- Examinar el estado actual de la legislación colombiana en E.E.R.R. a la luz de los protocolos y metas internacionales.
- Examinar el estado actual de las políticas públicas en E.E.R.R. en Colombia tomando como referencia las políticas de países pioneros en el campo.
- Analizar las experiencias de países referenciales (Chile y Uruguay) que han marcado una pauta a nivel regional en el desarrollo de las energías renovables, al igual que experiencias puntuales en la implementación de estos sistemas.
- Realizar un análisis situacional del estado actual de las E.E.R.R, (específicamente solar fotovoltaica) en Colombia, destacando la importancia de que las instituciones educativas sean pioneras en la sustitución de la actual provisión de energía eléctrica por un consumo energético de E.E.R.R (solar fotovoltaica).

1.1.5 Objeto de estudio. Estudiar la formulación e implementación actuales de las políticas públicas E.E.R.R en Colombia. Dando luces sobre acciones pertinentes para la electrificación solar en los Colegios públicos y privados, como punto de partida para una popularización en el uso de las energías renovables en el país. Basados en el análisis de experiencias de países referenciales como Chile y Uruguay, y bajo las directrices de los

protocolos y acuerdos internacionales para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

2. Aspectos referenciales para el desarrollo de energías renovables

2.1 Energías renovables alternativas. Se dice energía renovable a esa clase de energía que se adquiere por medio de una varias fuentes naturales las cuales son infinitas, ya sea por la considerable cantidad de energía que sujetan, o también porque esencialmente son capaces de regenerarse de una forma natural. Dentro de las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, solar mareomotriz, la biomasa y los biocombustibles.

Las energías renovables tienen como principal característica el hecho que durante sus procesos de transformación y aprovechamiento de la energía útil no se consumen ni se agotan su fuente de generación en una escala de tiempo (Leiva Seguel, 2009). Entre estas fuentes están: la hidráulica, la solar (térmica y fotovoltaica), la eólica y la mareomotriz. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables aquellas provenientes de la biomasa y de fuentes geotérmicas (ENDESA, 2006).

Su frágil o fugaz desarrollo obedece primordial y esencialmente a la estacionalidad de su uso y al elevado nivel de investigación requerida, tanto para realizarlas como para recopilarlas, situación que se convierte en la práctica que logran satisfacer un bajo porcentaje (cercano al 10%) de las exigencias energéticas mundiales. Es de anotar que obedeciendo a la forma de beneficio o lucro de todas y cada una de las energías renovables no convencionales, igualmente estas pueden también presentar o generar impactos en el ambiente aunque elocuentemente inferiores que los principios convencionales de energía.

Para ahondar más en los tipos de energías renovables, la importancia de ellas y también las implicaciones que trae realizar la explotación estas fuentes energéticas, a continuación se explicara la conceptualización de tipos de energías como la energía hidráulica, eólica, geotérmica y solar.

2.1.1 Energía Hidráulica. Hace referencia a la energía del agua en movimiento, ya sea en ríos u otros cauces, es el tipo de energía producida por aguas retenidas en embalses o pantanos a gran altura. Si en un momento dado se deja caer hasta un nivel inferior, esta energía se

convierte en energía cinética y, posteriormente, en energía eléctrica en la central hidroeléctrica. (MIÑARO, 2015)

2.1.1.1. Aspectos Ambientales. En cuanto a los aspectos ambientales de las centrales hidroeléctricas, los reflejos de las consecuencias ambientales están presentes más que todo en las etapas de construcción y funcionamiento de las instalaciones. (CEPAL, 2014).

En el transcurso en que se da la construcción de una central hidroeléctrica se producen impactos positivos y negativos sobre los medios físico, biológico y social del ambiente. Entre estas actividades de construcción que pueden originar impactos sobre estos medios destacan:

- La maquinaria necesitada para la construcción de vías de acceso requiere realizar movimientos de tierra para la construcción de vías de acceso, instalaciones, campamentos temporales entre otros.
- Destrucción de la vegetación presente en los sitios en donde se instala la infraestructura necesaria para la explotación de la fuente.
- La creación de las represas necesarias para la explotación de esta fuente crea una obstrucción del curso de las aguas, modificando así el flujo y la calidad de las mismas.
- Este tipo de fuente de energía produce contaminación por cierto tiempo del aire por el incremento de las partículas de suspensión y de los gases de combustión (CO, CO₂, SO₂) emitidos por los movimientos realizados por la maquinaria requerida para la construcción de la infraestructura.

2.1.2. Energía Eólica. El aprovechamiento de la energía que nos provee el viento, forma parte de las primeras civilizaciones. El poder de la energía cinética del viento puede convertirse, ya sea tanto energía mecánica como energía eléctrica. La energía eólica, ha sido de gran aprovechamiento desde antaño, pero su explotación como energía eléctrica es mucho más reciente. (CEPAL, 2014).

2.1.2.1. Aspectos ambientales. La energía eólica es una elección de energía limpia y renovable, más sin embargo la creación de un parque de generación eólica o también conocida como granja eólica puede llegar a tener un gran impacto ambiental el cual se hace necesario evaluar de acuerdo a las condiciones del entorno, tanto el físico, el biológico y el social, y de esta

manera poder implantar pertinentemente las mejores medidas de amortiguación para el impacto que se pueda causar. Entre estas medidas se destacan:

- La construcción de obras civiles, principalmente, la creación de nuevos caminos que pueden ser el origen de futura erosión.
- Es de vital importancia tener conocimiento acerca de las costumbres y vías de recorrido de la población de aves migratorias, con la objeto de no construir aerogeneradores en estas rutas, ya que puede dar lugar a accidentes y muertes de aves que circulen por estas líneas, y crear así un desequilibrio en natural en estas poblaciones de aves.

2.1.3. Energía Geotérmica. El recurso geotérmico es derivado del calor extraído de los fluidos que surgen de procesos naturales o por medios artificiales para el calentamiento del subsuelo, Hay zonas o áreas en las que el recurso geotérmico es generoso y de forma natural, más que todo es en donde la lava o magma se encuentra demasiado cerca de la superficie terrestre, o zonas con una corteza terrestre delgada. Tal cual como se muestra en la figura 2 el stock geotérmico es formado en rocas porosas y permeables situadas debajo de una capa gruesa de rocas impermeables que aprisionan el agua caliente y el vapor en ascenso, creando una gran olla presión. (CEPAL, 2014).

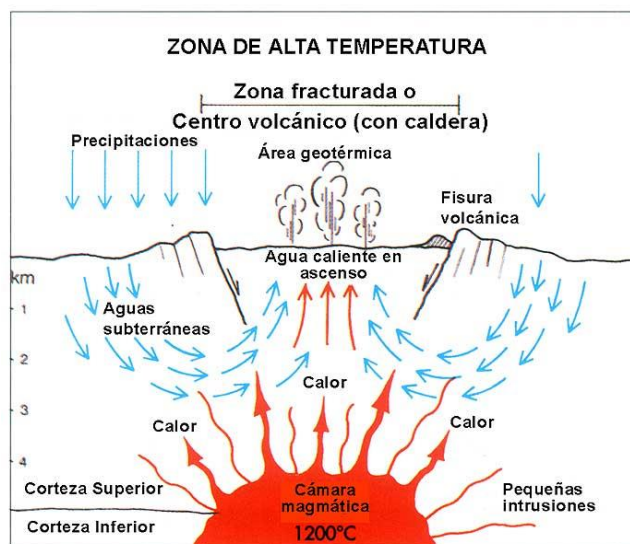


Figura 2. Proceso Geotérmico

Fuente: (CEP)

2.1.3.1. Aspectos Ambientales de la energía geotérmica. La energía geotérmica únicamente emite gases contaminantes que contienen CO₂ Dióxido de carbono, en cantidades muy inferiores comparándolas con las de una central térmica que se encuentre utilizando combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón.

De esta manera una excelente instalación Geotérmica que tenga un buen manejo es una muy buena elección para generar energía eléctrica no contaminante ni peligrosa para su entorno, ni poblacional, ni medio ambiental.

2.1.4. Energía solar. De gran importancia hacer énfasis en que las energías renovables tienen su origen en la energía solar, es decir, la energía eólica, geotérmica, mareomotriz, e incluso la biomasa (TIRAPEGUI, 2006), ya que realizan estas formas de energías un aprovechamiento indirecto de toda la energía que el sol nos brinda.

La energía solar es la energía generada a través de la radiación del sol recibida en la tierra, esta fuente de energía posee importantes ventajas sobre otras pero también para su aprovechamiento presenta varias dificultades. Dentro de las ventajas que posee, la principal es su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución. Pero así mismo también es un tipo de energía que esta fuera del control de hombre, es decir, su naturaleza es intermitente, solo es fuerte durante el día, su baja densidad de potencia varía de acuerdo al clima diario y a la estación climática. Por lo que se hace necesario absorberla durante el tiempo en que se presenta, es decir el día, para transformarla en otra forma de energía, almacenarla y posteriormente usarla.

La energía solar se puede transformar en dos diferentes formas de energía como calor y eléctrica, en Colombia se explotan estas dos tipos de energías de la energía solar, el calor para por ejemplo el calentamiento del agua, ya sea doméstica, industrial o recreacional (piscinas), y la eléctrica para precisamente la generación de electricidad en pequeña escala, residencial o empresarial (oficinas) más muy poco en un ámbito industrial o grandes campos. (CEPAL, 2014).

2.1.4.1. Calentadores Solares. Las aplicaciones térmicas en Colombia datan desde mediados del siglo pasado, cuando en Santa Marta fueron instalados calentadores solares en las casas de los empleados de las bananeras (MURCIA, 2015), calentadores que aún existen aunque no funcionan. Tiempo después, hacia los años sesenta, en la Universidad Industrial de Santander se instalaron calentadores solares domésticos de origen Israelí para estudiar su comportamiento.

Posteriormente, hacia finales de los setenta y estimulados por la crisis del petróleo de 1973, instituciones universitarias (la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional en Bogotá, la Universidad del Valle, entre otras) y fundaciones (como el Centro Las Gaviotas) sentaron las bases para instalar calentadores solares domésticos y grandes sistemas de calentamiento de agua para uso en centros de servicios comunitarios, como hospitales y cafeterías.

2.1.4.2. Descripción de un Sistema Fotovoltaico de Energía Solar

2.1.4.2.1. Sistema de energía solar conectado a la red. El sistema conectado a red, tiene configuraciones un poco similares a la de los sistemas autónomos. Hay dos (2) grandes diferencias entre estos dos sistemas, una de ellas es que no se necesitan de baterías, puesto que la red eléctrica convencional se utiliza como red de apoyo, en cambio la otra invariablemente requiere de un inversor de corriente que les permita realizar una inyección y transporte de la energía eléctrica a la red. Este tipo de sistemas pueden intercambiar energía eléctrica con la red cuando las necesidades de energía de los usuarios superan cantidad de energía eléctrica generada por el sistema solar fotovoltaico, la figura 3 muestra el esquema de un sistema FV conectado a una red.

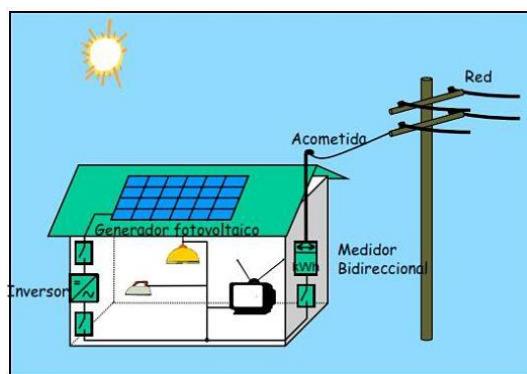


Figura 3. Sistema Fotovoltaico conectado a una red eléctrica.

Fuente: (DIAZ, 2008)

2.1.4.2.2. Sistema Interconectado mixto de energía solar. Los sistemas sincronizados a una red, a diferencia de los Off-Grid, pueden tener o no baterías. En algunos casos en donde no se realice instalación de baterías, toda la energía eléctrica originada por los paneles fotovoltaicos será suministrada al sistema. Si la carga producida por los paneles solares es mayor que la

energía demandada por el sistema ésta será llevada a la red pública a la cual está conectada como se explica en la figura 4.

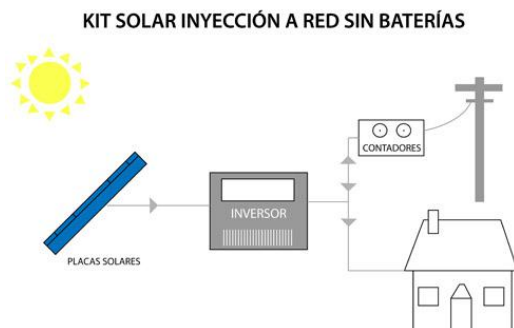


Figura 4. Esquema de un Sistema Fotovoltaico Conectado a una Red Eléctrica

Fuente: (BIOCLIMAX, 2012)

2.1.4.2.3. Componentes de un sistema de generación de energía fotovoltaica. Los componentes principales que conforma un sistema de generación de energía fotovoltaica son:

a. Acumuladores (Baterías)



Figura 5. Baterías Acumuladoras de Energía

Fuente: Solarta Balear SL (<http://www.solarta.com>)

La función principal que cumplen las baterías es de almacenamiento de la energía generada por los paneles fotovoltaicos para lo cual se necesita que un sistema de energía fotovoltaica solar tenga un conjunto de varias baterías como lo muestra la figura 5, asimismo proporcionan una potencia incrementada y fijan la tensión del sistema. (ERNC – Introducción a las energías

renovables no convencionales). Los datos y características básicas a tener en cuenta a la hora de comprar una batería son:

- **Eficiencia de carga:** Hace referencia a la relación existente entre la energía empleada para cargar la batería con la energía almacenada dentro de ésta. Debe estar en torno a un 100%.
- **Auto descarga:** Es un sistema por medio de la cual se realiza automáticamente una descarga de carga de la batería cuando la misma no está siendo utilizada. Se debe tener en cuenta dependiendo de la batería que presente bajos niveles de auto descarga.
- **Profundidad de descarga:** Está encargada de indicar la vida útil de la batería, en relación del porcentaje de descarga. Esto a consecuencia por que a mayor capacidad de descarga, menos son los números de los ciclos de carga y descarga soportada en la batería. En el mercado mundial existe una preferencia por las baterías de (plomo y ácido) para su uso en los sistemas fotovoltaicos, precisamente por las características que exhibe.

b. Módulos Fotovoltaicos



Figura 6. Módulos Fotovoltaicos / Paneles Solares

Fuente: Solarta Balear SL (<http://www.solarta.com>)

Son elementos del sistema que transforman la energía de la radiación solar en corriente continua se puede agrupar en zonas abiertas y despejadas como están en la figura 6. Existen varios tipos de módulos fotovoltaicos, clasificados dependiendo del material primo utilizado en su fabricación y de su proceso de elaboración, señalamos 3 grupos principales (GUZMAN, 2011):

- **Silicio mono cristalino (Si):** Elaborados a base de lingotes de silicio puro. Posee un rendimiento en laboratorio de 25% y un rendimiento comercial entre 14-16%.

- Silicio poli cristalino (Si): Elaborados en base a la refundición de piezas de silicio puro creando rendimientos inferiores al mono cristalino. Los rendimientos de laboratorio se encuentran alrededor del 20,4% y su rendimiento comercial entre los 12-14%.
- Silicio amorfo (Thin film): Elaborados también en base a la refundición de silicio puro y además fusionado con múltiples capas u otras tecnologías, aportando rendimientos que superan el 18%.

c. Reguladores de carga



Figura 7. Reguladores de Carga Eléctrica

Fuente: Enfoque solar (www.enfoquesolar.com)

El regulador de carga consiste en ser un dispositivo de protección que tiene como propósito proteger a la batería de sobrecargas o sobretensiones creadas por la energía producida por los paneles fotovoltaicos. Estos paneles fotovoltaicos se estructuran de una manera tal, para lograr conseguir la carga óptima durante tiempos de menos luminosidad del sol (GUZMAN, 2011). Es por eso que en las estaciones climáticas en donde se originan elevados niveles de luminosidad, de no contar con un regulador de carga, se podría llegar a deteriorar su vida útil o sobrecargarse la batería de manera permanente.

d. Inversor



Figura 8. Inversor / Conversor de Energía

Fuente: Web solar (www.websolar.com)

Son encargados de transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna para su uso en la red eléctrica convencional. Por sus características dependen del arreglo de paneles fotovoltaicos que se realice, estos dispositivos tienen un rendimiento de aproximadamente de un 90%. Igualmente, mientras más cerca estemos de la potencia nominal señalada por el fabricante, obtendremos un excelente rendimiento por parte de este.

e. Sistemas de seguimiento (opcional)



Figura 9. Sistema de Seguimiento Solar

Figura: (PALOMAR, 2009)

Algunos diseños estructurales de soporte de los módulos fotovoltaicos tienen adaptados sistemas que detectan y dan seguimiento solar de manera que pueda proveer un máximo aprovechamiento de la energía emanada por el Sol.

2.2. Políticas públicas

2.2.1 Algunas definiciones de Políticas Públicas. Definir el término política pública o (public policy) no es una tarea fácil, de hecho al día de hoy los autores no se ponen de acuerdo en una sola definición que cobije todos los elementos que se pretende incluir.

Para comenzar citamos la que del libro de Nelson (2001) se cita a Mead (1995) de la siguiente manera: una política pública es *“una aproximación al estudio de la política que analiza al gobierno a la luz de los asuntos públicos más importantes.”* Esto a la luz de la academia, como una disciplina. En otra forma:

“una secuencia intencionada de acción seguida por un actor o conjunto de actores a la hora de tratar con un asunto que los afecta... y son aquellas desarrolladas por cuerpos gubernamentales y sus funcionarios.” Y algo similar cita Lynn (1980) *“un conjunto específico de acciones de gobierno que producirán, por su diseño o por otras razones, una clase particular de efectos.”* Anderson (1990).

Desde el punto de vista de lo gubernamental, aparece la definición de Somit & Tanenhaus (1967), donde se la concibe como

“la totalidad de la acción gubernamental”. En el mismo sentido de totalidad los autores Brewer y de León (1983) la han redefinido como “las decisiones más importantes de una sociedad y que consta de un proceso conformado por sistemas y niveles, articulado en seis etapas: iniciación, estimación, selección, implementación, evaluación y terminación.”

Esta definición nos llama la atención en el sentido de que ya se habla de niveles, procesos, y sistemas articulados que la sacan de la esfera netamente política y la ubican en un plano más técnico, más acorde con el ejercicio del economista, por ejemplo. Inclusive, establece las etapas como iniciación, estimación, selección, implementación y evaluación. Pero más adelante mostramos que se pueden resumir en solo 4 de estas, para fines prácticos.

Por el campo administrativo y de ejecución, Jean Claude Thoening (1997) nos arroja una interesante definición:

«el trabajo de las autoridades investidas de legitimidad pública gubernamental y que abarca múltiples aspectos, que van desde la definición y selección de prioridades de intervención hasta la toma de decisiones, su administración y evaluación”. Para luego

mezclarse conceptualmente con Meny (1992) en una versión mucho más sintética “un programa de acción gubernamental en un sector de la sociedad o en un espacio geográfico”

Finalmente, traemos la definición que está en boga actualmente, y es la de los autores israelitas Dror, Wildvasky y Dunn (2004), que predicán a la política pública como una “supra disciplina orientada a la búsqueda del aprovechamiento (...) y caracterizada por una serie de diferentes paradigmas relacionados con las Ciencias Sociales contemporáneas”, añadiendo esta importante aclaración: «las soluciones a los problemas con los que se enfrenta el poder gubernamental».

Considerando la última definición principalmente, se puede decir que una política pública debería llevar a reglamentar una serie de estrategias enfocadas a la solución de problemas de interés público, el gozo del bienestar social, y la definición de todos los procesos de decisión, ya sean de gobierno o privados. Pero no solo es, además en última instancia, debería llevar a una mayor participación en lo institucional, para así fortalecer la democracia, y de esa manera legitimar el poder público y ciudadano.

2.2.2 La Relación entre la Política y las Políticas Públicas. Aunque es deseable para los economistas llevar todos los conceptos y teorías a un campo cuantitativo y técnico, no podemos obviar el hecho de que la política pública está intrínsecamente ligada con la actividad política de los estados y gobiernos. Aclarando las diferencias, la política se refiere al poder ciudadano, mientras que la política pública es la forma como se solucionan los asuntos públicos. Es decir, la primera es “politics” y la segunda “policies”.

Esencialmente la política es el grado de influencia que logra un gobierno, o sus opositores sobre las políticas públicas en temas determinados; pero es el gobierno el único responsable por su diseño, gestión y evaluación. Es una lucha por las diferentes vertientes políticas por lograr políticas públicas de su preferencia o interés. Por eso es tan común que muchas de ellas choquen entre sí, al ser concebidas por separado.

Yendo más allá en la naturaleza misma de un gobierno, su razón de ser, es la ejecución de políticas públicas, no meramente el relevo burocrático. Un gobierno se justifica en la medida que lleve a cabo con éxito las políticas públicas establecidas.

Según (Laswell, 2000), se puede categorizar la acción de la política en torno a las políticas públicas de la siguiente forma:

¾ acotar las discusiones políticas

¾ diferenciar problemas y soluciones de manera específica

¾ precisar las diferencias

¾ vincular los temas a soluciones más amplias o secuenciales

¾ plantearse esfuerzos compartidos

¾ participar de manera específica.

En conclusión se puede decir que un programa de gobierno, o programa político, que carezca de políticas públicas bien estructuradas y realizables se convierte entonces en un gobierno demagógico, ya que no concreta ninguna meta. Pero a su vez, tratar de concebir una política pública sin considerar el clima político debilitaría mucho la gobernabilidad social, lo que a la postre haría inviable la política pública como tal.

2.3. La teoría económica y el ambiente frente a las E.E.R.R. El vínculo entre economía y energía siempre ha existido, el uso eficiente y la obtención de recursos energéticos ha sido un problema que siempre ha acompañado a la especie humana. Hoy por hoy se pueden encontrar teorías que relacionan la demografía, el uso de la energía y el nivel desarrollo. Por ejemplo para Richard Duncan, en su controvertida teoría del “pulso migratorio”, el destino de la humanidad en el largo plazo (dentro de 3000 años) es una especie de involución a estados de desarrollo de la edad de del *homo olduvayence* de hace tres millones de años. Para tratar de sustentar dicha hipótesis echa mano de cinco postulados empíricos:

- La producción de energía mundial per cápita.
- La capacidad de carga terrestre.
- La vuelta a la utilización del carbón como fuente primaria y el pico de la producción de petróleo.
- Los movimientos migratorios.
- Las etapas de utilización de energía en Estados Unidos (Duncan, 2007).

No hay que profundizar mucho en alguno de estos puntos para darse cuenta de lo poco realista que resulta dicha teoría. Considerando además el sesgo anti migratorio que se le endilga a dicho autor.

Apenas considerando la teoría de desarrollo en recursos naturales resulta claro que los recursos naturales gracias a la tecnología van cambiando en su demanda, ya por ejemplo no

necesitamos recursos maderables en la misma proporción que hace 500 años, incluido el consumo energético. Siendo así partimos de un escenario mucho más pragmático y realista dejando de lado cualquier alarmismo medioambiental extremo que impida ver con claridad lo que unas políticas públicas en energía deben considerar.

Para dar soporte al Proyecto a partir de la óptica ambiental hay que consultar datos ambientales importantes como el cambio climático y la positiva importancia de fuentes alternativas de energía frente el amenazador agotamiento de los combustibles fósiles.

Se desarrollaran las generalidades del cambio climático para clarificar el escenario actual del proceso de calentamiento global y sus repercusiones a nivel global y prioritariamente para el caso de Colombia, implantando nuevas directrices globales en el área de desarrollo e implementación de las fuentes de energías renovable.

Luego de conocer la gran capacidad de las fuentes no convencionales de energía como grandes mitigadoras de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se realiza una observación de sus beneficios ambientales en comparación con las fuentes convencionales principalmente las de origen fósil, y ofrecer seguridad al sistema energético nacional, reduciendo el impacto provocado por este sector y con el tiempo demostrar que somos un país con el interés energético de ofrecer un desarrollo sostenible y auto sustentable para nuestras generaciones venideras.

Es de real importancia el conocimiento de cómo los diferentes gases contaminantes están afectado la temperatura, la humedad e incluso como a afectado el nivel del mar.

Tabla 1. *Escenario En Cambios De Temperatura, Humedad Relativa Y El Aumento Del Nivel Del Mar*

Periodo	Incremento de Temperatura °C en el país			% Reducción Humedad Relativa	Aumento del nivel del Mar (cm)	
	media	mínima	máxima		Caribe	Costa Pacifica
2011 - 2040	1,4	1,1	1,5	-1,8	9 - 12	8
2041 - 2070	2,1	1,8	2,3	-2,5	16 - 22	15
2071 - 2100	3,2	1,9	3,6	-5,0	23 - 32	22

Fuente: (Ruiz, j. p 32)

En perspectiva, lo que puede ser el futuro de la temperatura en el país se plasma en la tabla 1. Que nos muestra claramente un incremento en la temperatura ambiental que afectaría

significativamente la calidad de vida, sobre todo en las ciudades costeras por el aumento del nivel del mar en más de 24 cm.

2.3.1. Aspectos ambientales de las fuentes de energía no convencionales. En el tiempo el ser humano ha utilizado recursos energéticos de fuentes convencionales (FC) como lo son el carbón, el petróleo y el gas natural, quienes están presentes en la naturaleza de forma limitada lo que los hace ser de poca confianza ya que pueden agotarse y así hacer que su valor aumente de forma considerable, además en muchas situaciones estos recursos no son fuentes energéticas viables para algunas áreas apartadas de los cascos urbanos, asimismo bastante distanciadas en infraestructura de transporte. Además el uso de estas fuentes no renovables produce un gran impacto ambiental tanto en la tierra por su explotación como en la biosfera por contaminar el aire a través de la emisión de dióxido de carbono CO₂ derivado de la combustión (UPME, 2010).

Estas fuentes limitadas tienen grandes impactos negativos en el medio ambiente en todas las diferentes fases, ya sea de exploración, de explotación, de construcción y de suministro, y en muchas situaciones involucrando el sacrificio de vidas humanas.

A continuación se presenta la Matriz de Identificación de Impactos en la tabla 2; en el desarrollo de la tarea dos, se presentara la matriz de cuantificación de impactos, aplicándola a las potencialidades que se identifiquen en el desarrollo del presente estudio.

Tabla 2. Matriz De Identificación De Impactos Ambientales Generados Por Las Fuentes Energéticas

Socio-Económico	Biótico	Abiótico	IMPACTOS	COMBUSTIBLES FÓSILES			FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES					ALTERNATIVAS					
				CM	PT	GN	HE	SOLAR	EOLICA	PCHS	BIOMASA	GEOTERMICA	NUCLEAR				
			Cambio en las características físico-químicas del agua														
			Afectaciones de la dinámica del agua superficial														
			Afectaciones de la dinámica del agua subterránea														
			Sedimentación de cuerpos de agua														
			Emisión de material particulado														
			Emisión de gases														
			Incremento en niveles de ruido y vibraciones														
			Aumento de temperatura														
			Alteración de las propiedades físico-químicas del suelo														
			Remoción y pérdida de cobertura vegetal														
			Afectación de comunidades faunísticas														
			Generación de expectativas														
			Aumento del uso de bienes y servicios														
			Afectación de la infraestructura pública y privada														
			Cambio en el uso del suelo														
			Modificación del paisaje														

Fuente: Formulación De Un Plan De Desarrollo De Las Fuentes No Convencionales De Energía En Colombia. UPME.

En la siguiente tabla 3, se presenta una comparación entre las emisiones de las diferentes fuentes de energía, en toneladas de contaminante por GWh generado, incluyendo las emisiones producidas en las etapas de construcción de estructuras y equipos.

Tabla 3. *Impacto Ambiental De Las Diferentes Fuentes De Energía (Ton/GWh generado)*

FUENTE DE ENERGÍA	CO ₂	NO ₂	SO ₂	MP ³⁴	CO	HIDRO-CARBUROS	RESIDUOS NUCLEARES
Carbón	1.058	2.986	2,971	1,626	0,267	0,102	-
Gas Natural (ciclo combinado)	824	0,251	0,336	1,176	TR	TR	-
Nuclear	8,6	0,034	0,029	0,003	0,018	0,001	3,641
Fotovoltaica	5,9	0,008	0,023	0,017	0,003	0,002	-
Biomasa	0	0,614	0,154	0,512	11,361	0,768	-
Geotérmica	56,8	TR	TR	TR	TR	TR	-
Eólica	7,4	TR	TR	TR	TR	TR	-
Solar Térmica	3,6	TR	TR	TR	TR	TR	-
Hidráulica	6,6	TR	TR	TR	TR	TR	-

Fuente: Departamento de Energía de EE.UU. y AEDENAT

Nota: TR: TRAZAS, la cual significa en química analítica que puede ser también una cantidad minúscula de una sustancia en una mezcla.

Al querer clarificar exactamente cuál es el aporte dado por las energías renovables a la reducción de las emisiones de gases contaminantes, se busca establecer como las emisiones producidas por las energías renovables pudieron haber reemplazado en menor cantidad las emisiones producidas por los recursos fósiles. (UPME, 2010)

Para analizar bien las cantidades de emisiones generadas por cada energía, estas energías se agruparon en tres grupos; Energía hidráulica; la Nuclear; Y Otras energías renovables como, Solar Fotovoltaica, Eólica, Solar térmica, Biomasa, Geotérmica y Mareomotriz. Teniendo claro lo anterior, la siguiente tabla se puede interpretar de la esta manera: Las emisiones producidas por los recursos fósiles son simbolizadas por las barras rojas, mientras que las barras azules, amarillas y verdes son todas las emisiones evitadas por la utilización de la energía generada por recursos renovables como la energía hidráulica, la Nuclear y las otras fuentes no convencionales de energías renovables. (ONU. 2014)

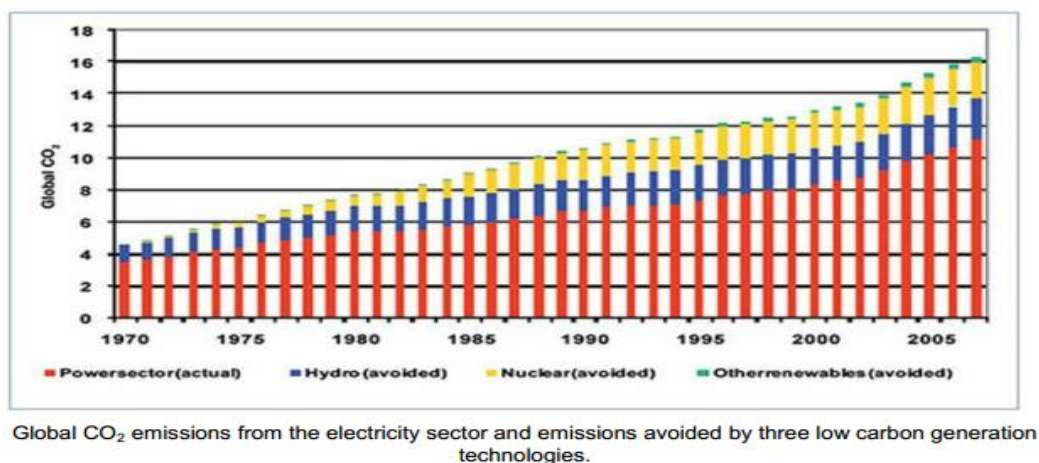


Figura 10. Emisiones Evitadas por el Uso de las Energías Renovables

Fuente: OECD Agencia Internacional de Energía. Paris

Para finalizar con el análisis de la emisión de gases de las diferentes formas de energía convencionales tenemos la figura 10 con el comportamiento de las emisiones de gases de cada país dependiendo de su organización energética. El cuadro se interpreta de la siguiente forma: barras amarillas, azules y verdes, que van de izquierda a derecha, muestran la participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica de cada uno de los países que se encuentran al lado izquierdo. Las barras rojas, y la escala inferior que va de derecha a izquierda, señalan la intensidad de las emisiones de carbono durante la producción de electricidad por medio del recurso señalado. Para efectos de comparación se ha puesto a Colombia en el primer renglón. (ONU. 2014)

2.3.2. Cambio climático por la generación de gases de efecto de invernadero. Debido a los cambios bruscos en los fenómenos climáticos como sequías, inundaciones, huracanes etc., en todo el mundo durante el siglo pasado, ocasionaron una alerta en el comportamiento del hombre frente a la naturaleza y halló que el hombre es el causante de este desequilibrio.

Por lo que la Organización Mundial Meteorológica (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año 1988 plantearon la unificación de un Panel Intergubernamental enfocado en el cambio Climático (Intergubernamental Panel on Climate Change -IPCC, por sus siglas en inglés) principalmente formado para efectuar observaciones y presentar recomendaciones respecto al Cambio Climático, en donde se ha concluido que el fenómeno del Calentamiento Global, es ocasionado debido a la intensificación del Efecto

Invernadero, y no sólo es real, sino que es muy probable que entorpecimientos de naturaleza antropogénica (causadas por el hombre) se está ayudando a complicarlo a aún más.

Finalmente, el IPCC “Inter-Governmental Panel on Climate Change” (por sus siglas en ingles) en el 2001 expresa: “a la luz de la nueva evidencia y teniendo en cuenta las incertidumbres remanentes, gran parte de los efectos del cambio climático observado durante los últimos 50 años, se debe al aumento en las concentraciones de los gases efecto invernadero” (Jacob Olander, 2000).

El significado de efecto invernadero es referente a que el efecto de la atmósfera sobre la tierra es parecido al efecto que hay con la cubierta de vidrio de un invernadero. El interior de un invernadero es de un ambiente más cálido que en el exterior primariamente por las propiedades ópticas de la cubierta. Para describir el efecto invernadero y la distribución de los gases, vapor y dióxido de carbono en el proceso, está la figura 11.

La semejanza del invernadero es aceptada ya que la atmosfera es transparente, por otro caso las partículas de polvo atraen y dispersan la radiación emitida por el sol, la atmosfera es sumamente transparente al paso de la luz del sol. Más esto no sucede de la misma manera con el calor, pero algunos gases hallados en la atmosfera en muy pequeñas cantidades lo absorben. (ONU. 2014). Estos gases radiactivamente activos son los conocidos como gases de efecto invernadero y su función está en trastornar el balance de la radiación de la tierra y de esta manera hacer que la superficie conserve siempre una temperatura promedio de +15°C en lugar de -18°C, la cual sería si no existiera este efecto. Este por este motivo que la anomalía del efecto invernadero es un fenómeno natural fundamentalmente necesario para conservar la forma de vida existente en la tierra.

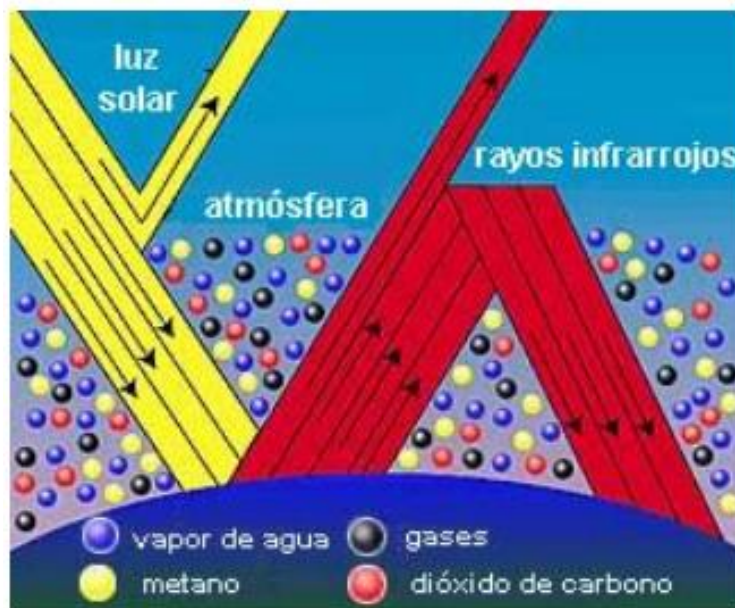
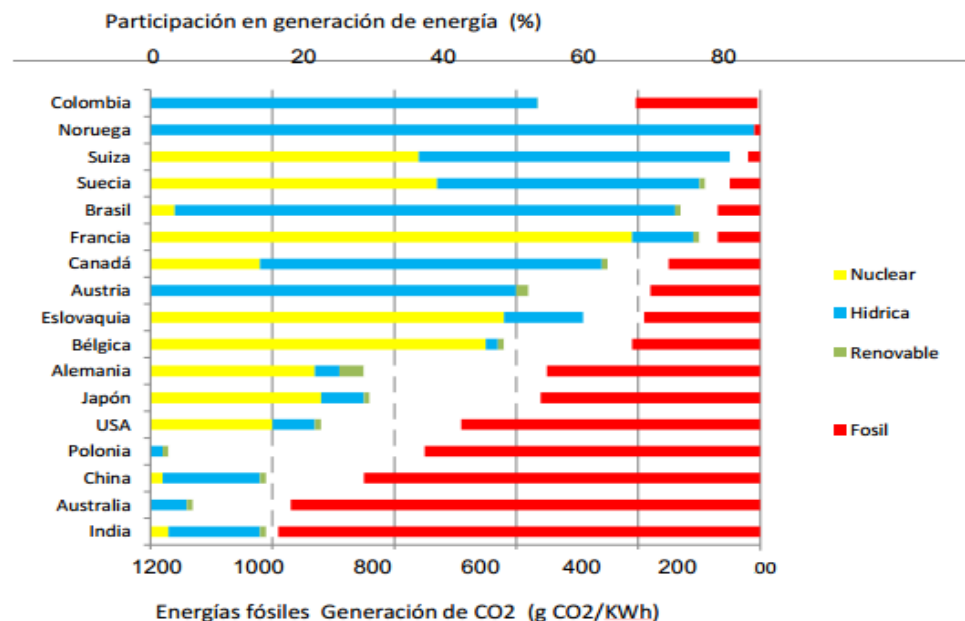


Figura 11. Efecto Invernadero

Fuente: UN – R21. (2013). Renewables 2013: Global Status Report.

El gas de efecto invernadero natural más importante es el vapor de agua, ya que posee una concentración muy variable si bien es esencialmente encontrado de forma generosa en torno del ecuador climático, en donde se forma un grueso manto de nubes por aproximadamente todo el año. El segundo gas en importancia es el dióxido de carbono (CO_2) el cual transita perennemente en la naturaleza como consecuencia procesos como la fotosíntesis, la respiración, la combustión y la descomposición de materia orgánica. Otros gases que se encuentran activos y que existen de forma natural en la atmósfera son el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el ozono (O_3). Con lo anterior es claro que se debe distinguir el efecto invernadero natural del efecto invernadero antrópico o en otras palabras el provocado por las actividades del hombre, al que se le imputa gran parte del cambio climático global actual. (ONU. 2014).



Shares of non-fossil sources in the electricity sector and CO₂ intensities for selected countries in 2006. Fuente: IAEA calculations based on OECD International Energy Agency, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, Vol. 2008 release 01

Figura 12. Participación de fuentes del sector eléctrico y generación de CO₂

La figura 12 muestra como Colombia genera CO₂ haciendo uso de sus fuentes energéticas. Se evidencia que los proyectos hidroeléctricos contribuyen mayoritariamente a esta fuente de contaminación, seguida de las fuentes fósiles. Las energías renovables no aparecen en la gráfica por su insignificancia actual.

De seguir este ritmo, o más bien, esta modalidad de producción energética se estima que el aumento promedio de la temperatura por década será a una tasa de 0,13°C.

El posible desabastecimiento de recurso hídrico por la variación en el régimen de lluvias se calcula según el IDEAM en una fluctuación de hasta el 50%. Es decir, una vulnerabilidad alta y muy alta. Así, la generación hidroeléctrica se ve supeditada a estos escenarios con una muy posible afectación en sus niveles de producción y suministro del servicio a nivel nacional.

El área glacial del país se está disminuyendo a una tasa de 3 a 5% anual, si este ritmo continúa es muy factible que desaparezcan en unos 30 o 40 años. Entre el rango de años de 1940 y 1985 desaparecieron en Colombia ocho glaciares y hoy por hoy solo existen cuatro nevados sobre estructuras volcánicas (Huila, Ruiz, Santa Isabel, Tolima) y dos sierras nevadas (Cocuy, Santa Marta). (Misterio del interior y medio ambiente, 2015)

Como consecuencia del descongelamiento de los glaciares el nivel medio del mar adquiere una tendencia de incremento de sus aguas al año de entre 2,3 y 3,5 mm para la costa Caribe y de 2,2 mm en la costa Pacífica (UPME, 2010), Por lo que tendríamos una inundación de más del 17% de la Isla de San Andrés. Y un aumento de 1 m en el nivel del mar ocasionaría inundaciones permanentes de 4900 km² de las costas colombianas. Lo que afectaría gran parte de la población que habita estas zonas, así como sus actividades económicas como la estructura de sus viviendas y demás edificaciones se verían comprometidas por la humedad de la inundación.

Y por último ya para la segunda mitad del siglo XXI, tendríamos un detrimento de un 75 a 90% de toda el área de páramos causando dificultades en la provisión de agua consecuencias en el abastecimiento de agua.

Aparte de los posibles escenarios señalados, el IDEAM plantea los posibles escenarios como temperaturas medias, reducción de humedad relativa; en la cual se pronostican cambios más drásticos aumento del nivel de mar para el país en años futuros. Estas proyecciones están divididas en tres periodos 2011 – 2040, 2041 -2070 y 2071 -2100 en los departamentos de Huila, Tolima y Quindío, extendiéndose a mediados de siglo a otros departamentos e incrementando el nivel del mar para las costas Caribe y Pacífica. (UPME, 2010)

2.3.2.1. Influencia del cambio climático en el potencial de las fuentes de energía renovable. A excepción de la energía Nuclear y la Geotérmica, el resto de las fuentes de energía renovable tienen afectaciones indirectas de la energía del sol en corto tiempo, esto se debe principalmente al cambio climático ya que los gases de efecto invernadero obstaculizan la libre entrada de la radiación solar a la tierra y perturban el balance energético de la tierra. (Jara, W. 2006). Lo que se ve reflejado en aspectos como:

- Disminución de la oferta hídrica para la producción de energía hidroeléctrica, esto ocasionado por el descongelamiento de los glaciares y la pérdida de algunas áreas de páramo.
- Interferencia de la potencia total de energía solar por la existencia perturbadora de los gases de efecto invernadero, nubosidad y material particulado.
- Transformación de la capacidad de la energía eólica por el cambio del régimen de vientos.

- Variación en el desarrollo de la biomasa por alteraciones en la temperatura y en las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂).

Un aspecto importante a considerar acerca de las energías eólica y solar, es que como estas energías parten desde la disponibilidad del recursos de los vientos y el solar en cualquier sitio en donde se instalen estos sistemas, ellos obedecen a cambios climáticos específicos que incurren directamente en los procesos en que se transforma la energía, por lo que la capacidad de estas energías se mantendrá en la misma variación en que esté el cambio climático global y local.

2.4 Estado del arte en energía solar y políticas públicas.

- **Tesis, Patricio Guzmán Paredes, Impacto económico y social de energía solar fotovoltaica residencial en el norte de Chile, 2011.** Es un estudio del ámbito de las energías limpias y renovables, el que intenta analizar económica y socialmente los efectos que se generan a partir de los sistemas de energía fotovoltaica en el norte de Chile. Específicamente, para la consecución de éste objetivo de investigación, se recolectaron datos de estudios anteriores respecto a la temática, e información del escenario actual en Chile sobre energías solares fotovoltaicas.
- **Consorcio energético CORPOEMA, formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE), 2010.** El estudio presenta los recursos evaluados (solar, eólica, PCH's, biomasa) de los que indican una dotación de recursos que dependiendo de la localidad en el país se califican hasta de extraordinarios. Sobre estas fuentes no convencionales de energía se formulan, se evalúan, y desarrollan proyectos a escala mediana o mayor, proyectos que plantean objetivos en función de factores determinantes de tal forma que se elaboren, se diseñen y se evalúen las estrategias de penetración actual de las FNCE.

- **Tesis, Carmenza Chahín Álvarez, Planificación energética caso Colombia, 2009.**

En el Estudio de Caso – Colombia se analiza la incidencia de la planeación en el desarrollo del sector energético del país abordando, entre otros, los siguientes aspectos: descripción del sector energético; descripción del marco institucional del sector energético; descripción del marco normativo del sector energético; política energética

y planeación energética; y sistema de información energético y herramientas de planificación energética.

- **MME, Programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales – PROURE Plan de Acción 2010 – 2015, 2010.** Es un programa nacional al 2015 con visión al 2020, de gran impacto e importancia que permitirá asegurar el abastecimiento energético, la competitividad de la economía nacional, la protección del consumidor, la protección del medio ambiente y la promoción de las fuentes energéticas no convencionales como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, de acuerdo con lo establecido en la ley. En el programa de uso racional se presentan estrategias y acciones que deben desarrollarse mediante la concertación de los alcances y establecimiento de los compromisos con los actores tanto públicos como privados para lograr los impactos esperados en productividad, competitividad, disminución de la intensidad energética, disminución de los impactos ambientales, el mejoramiento de la calidad de vida y en el acceso a fuentes limpias y renovables para todos los ciudadanos.
- **Tesis, Rafael Anglés Ortiz, Alejandra González Deibe, Griega Moscoso Mejía, Carlos Vega Aldana, Energía renovable en Colombia, 2008.** Viabilidad en la creación de una empresa dedicada a implementar proyectos basados en energía renovable y alternativa, tanto solar como eólica en América del Sur, con la finalidad de atender una fracción de la demanda de energía en zonas no interconectadas y adicionalmente, contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en concordancia con las políticas gubernamentales sobre desarrollo, energía, medio ambiente y tecnología que las regulan.
- **Las licencias ambientales y su proceso de reglamentación en Colombia, foro nacional ambiental, 2011.** Este documento presenta el desarrollo que han tenido en la legislación colombiana las licencias ambientales, su implementación y su proceso de reglamentación, con el fin de establecer las consecuencias positivas y negativas en la protección del medio ambiente. Proceso de licenciamiento ambiental en el que se evalúan los posibles impactos que los proyectos, obras o actividades puedan generar, constituyéndose en uno de los principales instrumentos de planificación ambiental en Colombia, que responde al papel de interventor del Estado en los procesos de desarrollo,

con el fin de garantizar el mejoramiento de la calidad de vida y el adecuado manejo del ambiente.

3. Protocolos, convenios, tratados y acuerdos internacionales

3.1. Protocolos y metas internacionales. A continuación se enlistan los protocolos y acuerdos internacionales según su orden cronológico y el alcance que tienen, (UN-R21 Renewables 2013: Global status report) seguidamente abordaremos en detalle cada uno de ellos:

- Coalición de Johannesburgo sobre Energía Renovable (JREC)
- Alianza para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética (REEEP)
- Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, 2004
- Unión Europea
- Organismo Internacional de Energía
- Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILACDS)
- Plataforma de Brasilia sobre energías renovables
- Declaración del Parlamento Latinoamericano

Hoy por hoy se han suscrito algunos acuerdos multilaterales para incentivar la generación, uso y comercialización (por medio de la creación de mercados energéticos) de energías renovables. Claramente la mayoría de los países signatarios y que han puesto en marcha estos acuerdos son los más industrializados.

Cabe resaltar que el punto de partida fue la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible realizada en Johannesburgo (Sudáfrica) en el año 2002, ya que en esta cumbre se plantea por primera vez incluir este tema dentro de las agendas programáticas de los gobiernos de diferentes países, como también incrementar paulatinamente la participación de estas fuentes de energía renovables dentro de la canasta energética de cada uno de estas naciones signatarias. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

A raíz de esta cumbre se ha sucedido varias otras instancias que de a poco han añadido elementos constitutivos de las actuales y futuras agendas energéticas, en el tema de renovables e impactos ambientales.

3.1.1. Coalición de Johannesburgo sobre energía renovable (JREC). Aunque en un comienzo fue conformada por países de la unión europea, ya en el año 2003 tenía más de 78 países miembros, de los cuales américa latina estaba representada por Chile, Argentina, Brasil y las naciones del Caribe. Se comenzó entonces a trazar su ruta definitiva.

Se estipula claramente que los miembros se obligan a cooperar para el desarrollo y promoción de energía limpias, como también de hacerlo mediante la guía de objetivos y metas claras y cuantificables, en periodos concretos, y de ser posible en forma integral. Es decir, que los programas sean de naturaleza inclusive transnacional y transversal. Igualmente, se comprometían a motivar a sus naciones vecinas a integrar esta coalición. . (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

3.1.2. Alianza para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética (REEEP). Inicialmente creada por el Reino Unido, y promocionada en la cumbre de Johannesburgo de 2003, tiene como finalidad la integración de los sectores de gobierno, empresarial, y la sociedad civil; con el objetivo de entregarles herramientas para la elaboración de políticas públicas e intersectoriales innovadoras, sus mecanismos de regulación y alternativas de financiamiento. Todo esto dentro del marco del desarrollo de sistemas de energías limpias y sustentables en el tiempo. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report)

Esta alianza por ser de carácter regional se realizó en nueve cumbres entre los expertos del sector en las diversas partes del mundo, a saber, Europa Central, Sur de Asia, Asia Meridional, Lejano oriente de Asia, África occidental, oriental, sur y América del Norte y latina.

3.1.3. Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, 2004. El aporte de esta conferencia realizada en Alemania (país pionero en energías alternativas) es el de contextualizar el aporte de las energías renovables al desarrollo económico, tanto así que se propone la elaboración de objetivos nacionales y regionales con este propósito conjunto. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report). Al igual que se plantea la ejecución de un plan de acción global para la masificación exitosa de estas fuentes de energía; basados en los siguientes dos importantes elementos:

- * Consecución conjunta de metas numéricas concretas en cuanto a la participación de estas nuevas fuentes de energía renovables dentro de las matrices energéticas de las naciones.

- *Se estableció como meta el año siguiente (junio 2004) para hacer el primer balance y así tomar otras acciones concretas de acuerdo a resultados.

3.1.4. Unión europea.

3.1.4.1. Directiva 2001/77/CE. Desde el 4 de julio de 2001 el parlamento europeo había aprobado esta directiva relacionada con la promoción de energía eléctrica desde las fuentes renovables y limpias para la satisfacción del mercado de la unión europea. Esta directiva está en consonancia con los compromisos que este mismo grupo de naciones adoptó en Kyoto, es decir, duplicar el consumo de energías renovables dentro del consumo interior bruto de la unión (pasar del 6% en ese año al 12% en el 2010). (UN-R21 Renewables 2013: Global status report) Igualmente se obligan a cumplir los objetivos estatales de consumo futuro de electricidad por generación de energías limpias, de la mano con la implementación de un sistema de certificación de origen de energía (Electricidad Verde).

En el campo económico se comprometieron a instaurar políticas que protejan las condiciones de equidad y de fácil incursión en el mercado energético europeo, al tiempo que se respetaría las normas sobre libre competencia.

3.1.4.2. Programa EIE. En el año 2003 el parlamento europeo creó un programa de tipo comunitario llamado Energía Inteligente para Europa o (EIE), con un presupuesto total de 200 millones de euros, de los cuales 80 irían a la promoción dentro de la unión europea y otros 17 millones a la cooperación con naciones en vía de desarrollo para impulsar sus programas de eficiencia energética y fuentes limpias de energía eléctrica, esencialmente. Este programa integró y reemplazó a otros ya existentes, a saber, SAVE, COOPENER y ALTENER dentro de la unión. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

3.1.4.3. Directiva 2003/87/CE. Mediante esta directiva, promulgada el 13 de octubre de 2003, la unión europea establece el régimen para el comercio de bonos, o derechos, de emisiones de gases con efecto de invernadero (CO₂), dando paso a la primera ley europea en este tema. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Se tomó como primera meta el año 2004, se asignaron la cantidad de bonos de emisiones para el periodo 2005-2007 inicialmente, y luego se dejó planteada la segunda etapa que sería para 2008-2012. De esta manera se abarcaron más de 12.000 fuentes contaminantes en toda la unión europea, que en su conjunto aportaban el 45% de los gases de invernadero.

3.1.4.4. Propuesta de directiva 2003/0173. Pero la directiva anterior no pudo ser implementada de inmediato en la unión europea, se requirió la aprobación de esta otra directiva intermedia por parte del consejo y parlamentos europeos, para así permitir la importación de las unidades de reducción de emisiones o (URE), junto con las reducciones certificadas de emisiones o (RCE) al mercado y regímenes comunitarios de derechos de emisión, pero desde la vigencia del año 2008. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Todo esto con la finalidad de eventualmente promulgar una ley que establezca el régimen comunitario de emisiones y que esté en concordancia con el protocolo de Kyoto. Esta discusión se dio en el año 2004 en el consejo de medio ambiente de la unión europea.

Pero la iniciativa europea fue más allá del protocolo de Kyoto, inclusive, ya que se acordó que estas directivas no deberían depender de dicho protocolo, y que además deberían entrar en vigor el mismo año 2005 con proyectos relacionados a mecanismos de desarrollo limpio o (MDL) y se ordena que desde 2008 se apliquen conjuntamente a lo largo de toda la unión. Esto le valió el sobrenombre de “EuroKyoto” ya que se posibilitó la entrada de países que no estaban contemplados en ese protocolo, como los de américa latina. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Al comienzo algunas empresas europeas emitían estos bonos de forma directa y con pagos y vencimientos futuros acordados directamente con quienes les compraban estos títulos, ya que para la fecha no había una entidad que reglamentara este tipo de negociaciones. Se estima que se transaron títulos por un equivalente a 500.000 toneladas de CO₂ entre 2005 y 2007.

Aunque no se dispone de una base de datos fidedigna de estos precios, los expertos han estimado que su valor creció desde los 6 euros por tonelada de CO₂ en el año 2003 a más de 12 euros por tonelada a 2007. Pero esta no es una descripción de la curva de equilibrio de ese mercado ya que para la fecha había una considerable incertidumbre sobre las asignaciones últimas de esos derechos o bonos. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

3.1.5. Organismo internacional de energía. Dentro del marco de los países desarrollos (OCDE) se llegó a un consenso entre los ministros de energía que se debería dar una mayor participación a las fuentes renovables dentro de las matrices energéticas de estas naciones. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report). Siendo así, se le encomendó el estudio de esta tarea al Organismo Internacional de Energía (OIE), y más específicamente con la creación del

grupo de trabajo en energías renovables, de elaborar un informe llamado “Renewable Energy Policy into the Mainstream”, en el marco del World Energy Outlook, donde se establecerían las estrategias para la aceleración de la participación de este tipo de energías renovables como fuentes primarias de generación, al igual que se llegó a la conclusión sobre 5 aspectos esenciales como:

- Acelerar el desarrollo tecnológico.
- Reforzar las políticas nacionales.
- Reducir las barreras de mercado y los costos de puesta en marcha industriales.
- Movilizar inversiones basadas en mecanismos de mercado, y
- Promover la cooperación internacional.

3.1.6. Iniciativa latino-americana y caribeña para el desarrollo sostenible (ILACDS).

Tomando como ejemplo a la Unión Europea, América latina ideó su propia iniciativa en la “Primera Reunión Extraordinaria del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe”, celebrada en Johannesburgo (Sudáfrica 2002). (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Su objetivo esencial era que las matrices energéticas de energía primaria de estos países lograran llegar a tener un 10%, mínimo, de producción en energías renovables para el año 2010. Todo esto mediante la exigencia de los compromisos adoptados por los países desarrollados en Kyoto, entre los cuales, estaba el destinar el 0.7% del PIB hacia estas naciones para promover la asistencia social al desarrollo, fortalecer los sistemas de indicadores de sostenibilidad y tomar acciones de cooperación con Suramérica. . (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Lamentablemente la meta no se alcanzó para el año 2010, y ni aún para el presente año 2015 estamos cerca de cumplirla. Debido en parte a la crisis financiera global desatada en el 2008 y a la falta de compromiso de los países de la OCDE y de los propios beneficiarios de américa latina.

3.1.7. Plataforma de Brasilia sobre energías renovables. Con vista a la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, a celebrarse en Bonn (Alemania 2003), los ministros de Ambiente y Energías de América latina se reunieron en la llamada “Reunión de Seguimiento a la Cumbre Mundial Sobre Desarrollo Sostenible 6”, con el fin de crear un lugar donde confluyeran

las iniciativas y la discusión sobre los problemas y avances de la región. Como producto de esta instancia se aprobó por los 21 países presentes la Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables considerando así que se cumpliera o no la ratificación del protocolo de Kyoto, para la época. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Esta plataforma fue el primer paso firme de la región latinoamericana en armonizar y coordinar los esfuerzos para fin conjunto. Concretamente, para orientar el diseño de una estrategia conjunta latinoamericana que sirva de base para una participación en el mercado global de energías renovables, como también del mercado global del carbono. Se determinó que sería la CEPAL la institución que velaría por el seguimiento y aplicación de acuerdos y políticas en cada uno de los países que la conforman. . (UN-R21 Renewables 2013: Global status report).

Siendo así, se dejó constancia de los siguientes compromisos principales de la plataforma de Brasilia sobre energías renovables:

- El supuesto cumplimiento de la meta de la (ILACDS) mencionada anteriormente, donde se tenía la meta del 10% de la matriz energética en energías renovables. La cual a todas luces no se cumplió, ni aun bajándola al 5%.
- Consolidar la cooperación entre las naciones de américa latina y la OCDE para buscar el crecimiento económico, la protección al medio ambiente y la equidad social. Paradójicamente durante la crisis de esta década fueron los países de américa latina los que más crecieron económicamente, más aportaron a la equidad social, aun cuando no hubo avances importantes en el cuidado del medio ambiente; contrario a los países de la OCDE que tuvieron malos resultados en las dos primeras cosas y una mejora importante en lo medioambiental.
- La elaboración de políticas públicas de largo plazo y alcance que impulsen el desarrollo de las fuentes de energía limpias, al igual que de marcos regulatorios en todos los países. Todo esto en alianza con los sectores productivos para crear conciencia en el uso de este tipo de energías.
- Por medio de la CEPAL fomentar la adopción de marcos regulatorios e institucionales donde se enfatice las ganancias sociales, económicas y medioambientales que generan el uso de las fuentes de energía renovables. Todo esto con una periódica revisión y comparación entre los pares de los países, para así determinar con el tiempo la sustentabilidad de esos marcos regulatorios y llegar a proponer cambios.

- La creación de un fondo de cooperación técnica y financiera que lleve a maximizar las inversiones realizadas en este rubro y así mismo, genere mas inversión, todo motivando a las instituciones financieras a que financien proyectos, regionales y nacionales. También la implementación de herramientas como mercados de certificados verdes de energía, créditos o bonos de carbono e incentivos fiscales a empresas que adopten estas fuentes renovables.
- La formulación de políticas públicas para incentivar el desarrollo de estos mercados de energías limpias en la región, considerando la inclusión de los sectores de menores ingresos.

3.1.8. Declaración del parlamento latinoamericano. Paralelamente a la plataforma de Brasilia, en la sede de la CEPAL se pronunció el parlamento latinoamericano en el marco de la “XVII Reunión de la Comisión de Energía y Minería” celebrada en Santiago de Chile en 2004. (UN-R21 Renewables 2013: Global status report). Pero esta instancia se fue por el lado de las legislaciones y consideraciones de política económica necesarias para lograr las metas de la plataforma ya mencionada, y resumieron sus propuestas así:

- Idear marcos jurídicos y regulatorios que lleven a un crecimiento y mayor competitividad de los mercados energéticos renovables, como también la explotación eficiente de los recursos necesarios, velando por la protección del patrimonio de estas compañías, los derechos de los usuarios y consumidores, al tiempo que se remunere en forma razonable a las comunidades que faciliten la realización de estos proyectos energéticos.
- Considerar dentro de las políticas aspectos como el desarrollo sostenible, la vigencia de mercados eficientes y competitivos, que los precios al consumidor reflejen las externalidades y que se garantice el abastecimiento de estos servicios y productos.
- Que los marcos jurídicos y regulatorios sean acordes a la realidad de cada país y no vayan en contravía de la competitividad, sin descuidar el objetivo de masificar el uso de las energías renovables.
- Mediante la cooperación con la Unión Europea - Parlamento (Comité de Industria, Comercio Exterior, Investigación y Energía) y la Comisión de Minería y Energía del

Parlamento Latinoamericano, armonizar las estructuras legislativas para la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo energético sostenible.

Compromisos Adquiridos por Colombia en Instancias y Protocolos Internacionales para el Fomento de las Energías Renovables.

3.2. Ratificación de acuerdos internacionales por Colombia. El marco institucional y legal en Colombia ha sido elaborado en parte con base en algunos de los protocolos mencionados anteriormente. Principalmente la Cumbre de Rio 1992, buscando el desarrollo sostenible. . (Betancur, L.I. 2009). A continuación las leyes promulgadas en el país más importantes al respecto:

3.2.1. Ley 164 del 27 de octubre de 1994. Mediante la cual se ratifica el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Busca reducir los niveles en los gases de efecto de invernadero a cifras del pre antropoceno, es decir, sin la intervención humana en el medio ambiente. Se habla de mecanismos de desarrollo limpio para que los países en vía de desarrollo sean ayudados por los más desarrollados.

3.2.2. Ley 629 de 27 diciembre 2000. Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto. Se busca la eficiencia energética junto con la reducción de emisiones contaminantes. Se desprende de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, firmada en Kyoto en 1997.

3.2.3. Ley 29 de 1992. Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Montreal.". Se legisló sobre la reducción en la producción de todas las sustancias que agoten la capa de ozono. Se suscribió en Montreal en 1987, luego fue enmendado en Londres en 1990 y en Nairobi (Kenya) en 1991.

4. Energía eléctrica y energía solar en Colombia.

4.1. Panorama de la energía solar

4.1.1. A nivel mundial. La siguiente gráfica de la revista IEA, resume como ha sido el consumo energético global en cuanto su origen, o forma de producción de la energía. El consumo relativo de petróleo ha venido disminuyendo muy lentamente, pero en forma constante y se estima que siga la misma tendencia hasta el año 2030. En cuanto al carbón, por el contrario, se ha visto un incremento bajo pero constante, lo cual es preocupante en términos ambientales. La participación del gas se ha mantenido y es considerada una fuente relativamente eficiente aunque no limpia. . (IEA. 1992).

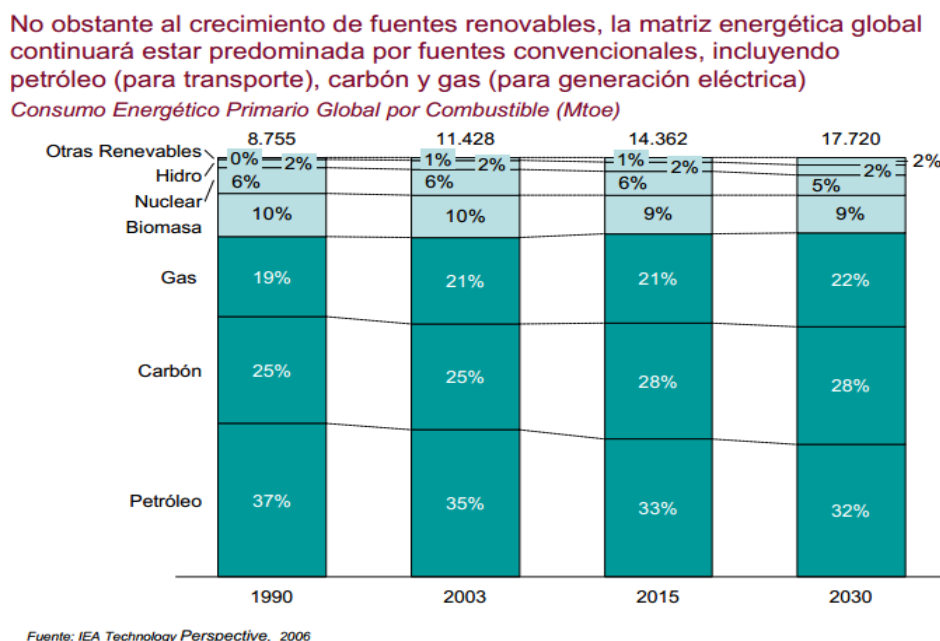


Figura 13. Matriz energética global

Fuente: IEA. (1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia.

A través de los años, desde 1990 hasta la actualidad, y hacia el futuro, el petróleo, el carbón, el gas y todas las fuentes energéticas de bases fósiles continuarán marcando la pauta en la participación del consumo energético mundial como lo podemos ver en la figura 13. (IEA. 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia).

Parece ser que el boom de los biocombustibles de la década de los 90's y 2000's es cosa del pasado, prácticamente se espera un estancamiento, sino una reducción de este tipo de combustibles, debido a los muy largos retornos económicos en el tiempo (15 años en promedio) y que su costo para la seguridad alimentaria ya se ha hecho evidente. (IEA. 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia). Lo mismo sucede con la energía nuclear e hidroeléctrica, parece que la tendencia mundial es a no depender demasiado de este tipo de proyectos debido, en el caso de la nuclear a los históricos accidentes que han evidenciado su inminente peligrosidad para el medio ambiente, y en el caso de las hidroeléctricas, se ha debatido mucho sobre su eficiencia y viabilidad financieras, puesto que al estar lejos (por lo general) de los puntos de consumo, se desperdicia cerca del 30% en la sola transmisión y distribución.

Aun cuando las energías limpias renovables siguen en un porcentaje bajo en la matriz energética global, ya se ven nichos donde son competitivas en precios y en impacto medioambiental, teniendo todavía que mejorar en nivel de costos. Pero ya hay unas señales positivas en cuanto a políticas públicas tales como las tarifas fijas (feed-in-tariffs) y las carteras de energías renovables. Dentro de estas la eólica ya logró costos competitivos en España y California (EUA) debido a su ventaja absoluta de muy buena radiación solar en la mayor parte del año. (INEA 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia).

Por otra parte, la biomasa sigue siendo muy usada en países con abundante recurso maderero y de carbón, especialmente los nórdicos, y aunque se debe admitir que logran surtir de energía a muy buen precio al consumidor final, el impacto medioambiental es claro y contundente.

Hace falta seguir mejorando los procesos para que se logre una mejor mediación, transparencia y gobernabilidad en la decisión de proyectos. El fortalecimiento de los mercados internacionales de carbón (con un valor cercano a %US 64 mil millones), tanto en acciones regulatorias (80%) como en iniciativas particulares, ha ayudado a este propósito. Es decir, ha llevado a una mayor inversión en ideas que mitiguen las emisiones de carbono. No obstante todos los expertos coinciden en que falta conciliar los requerimientos técnicos de estas tecnologías limpias con los mandatos financieros de las empresas. (INEA 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia). Para dar solo un

ejemplo, China e India, los países más poblados del mundo, están en proceso de instalar más de 800 plantas termoeléctricas con base en carbón, y las eventuales emisiones de estas plantas equivaldrían a 5 veces lo que se ha logrado bajar en el resto del mundo gracias al protocolo de Kioto.

El otro aspecto en el que coinciden la mayoría de fuentes consultadas, es que muy pocos países han logrado un éxito relativo de sus políticas en energías renovables por la sencilla razón de que no planifican ni ejecutan en forma transversal. Es decir, los sectores de energía, medio ambiente e industrial deben actuar juntos, como también las interacciones con la agricultura, la urbanización y el desarrollo económico en general. (IEA. 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia).

Se ha creído erróneamente que los subsidios y subvenciones tributarias es todo lo que se necesita para incentivar el mercado al uso y producción de estas energías, pero no es así. La improvisación y premura en estas políticas y los altos costos que ha tenido para países en vía de desarrollo especialmente, es uno de los aspectos que trataremos más adelante en el estudio de este trabajo de grado. En otras palabras coherencia administrativa y transversalidad, son elementos claves a considerar. (IEA. 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia).

Finalmente, los expertos han observado que a nivel mundial, aunque se debe dar preponderancia a la inversión privada en estos nuevos proyectos, es también aconsejable que los estados hagan las inversiones correspondientes a la consideración de estos proyectos como bienes públicos. Esta participación del estado ha mostrado muy buenos resultados en países como Alemania y USA, ya que da una muy buena señal al mercado para atraer y respaldar nuevos capitales, lo que en últimas beneficia al consumidor final de la energía limpia. (IEA. 1992). Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia).

Hablando de cifras, las celdas de producción fotovoltaica eléctrica solar constituyen la tecnología de ER de más alto crecimiento. Entre 2004 y 2011 crecieron a una tasa del 60% anual y la potencia instalada a 2012 era 6 veces la que había en 2004. De los 26 Gigavatios instalados a nivel mundial, 4GW eran de sistemas aislados, es decir, la gran mayoría de los sistemas ya se están interconectando.

En la figura 14 se muestra la fuerte evolución en los últimos quince años en la capacidad global en generación de energía fotovoltaica, comparada con el ritmo casi nulo de crecimiento en los 20 años anteriores. Esto responde a la ejecución de los protocolos internacionales en los países industrializados, firmados desde finales de la década de los 90's.

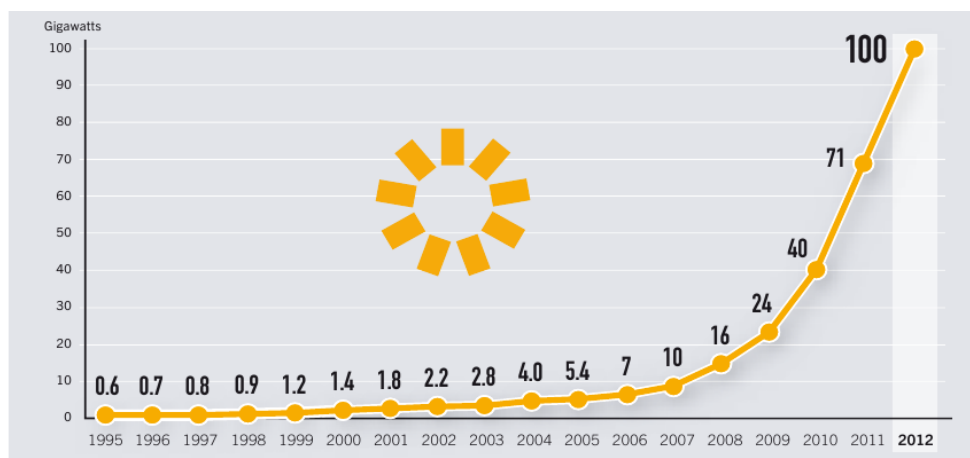


Figura 14. Evolución de la Capacidad Solar Fotovoltaica entre 1995-2012

Fuente: UN-REN21. Renewable 2013 Global Status Report

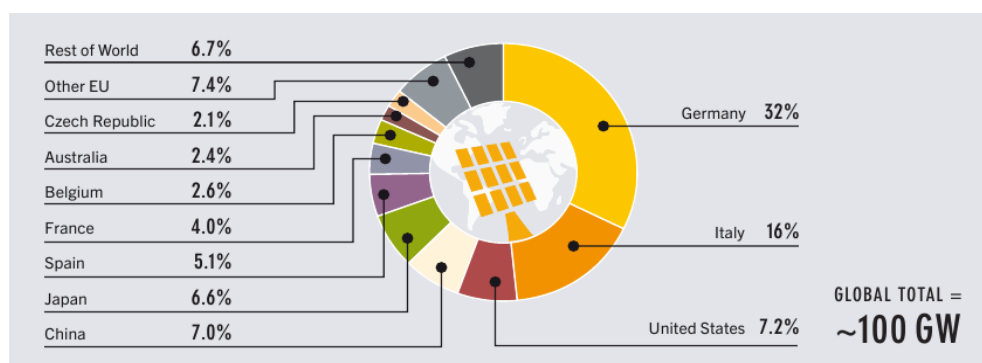


Figura 15. Contribución de las principales potencias en energía solar a nivel mundial. Año 2013

Fuente: UN-REN21. Renewable 2013 Global Status Report

En la Figura 15. Se observa que Alemania, Italia y Estados Unidos tienen una participación preponderante en la actual producción de energía fotovoltaica. Entre ellos los de mayor crecimiento son EE.UU y China. En España la generación ha crecido más del 80% al pasar de 254 Megavatios en 2005 a 1,8 Gigavatios en 2012, y aún más se calcula que en el 2014 se adicionaron otros 10 Gigavatios por parte de estos países junto Chile, China e Italia (REN 21-2010).

En la figura 16 se observa la participación en el mercado de paneles solares de los países en vía desarrollo es de apenas el 5% del total, sin embargo ya hay un interés generalizado en estos productos, principalmente para instalaciones en pequeña escala en zonas aisladas donde no se ha logrado la interconexión, y que además son alimentados por generación térmica (carbón) o combustible (ACPM, gasolina) con enormes costos e impacto ambiental.

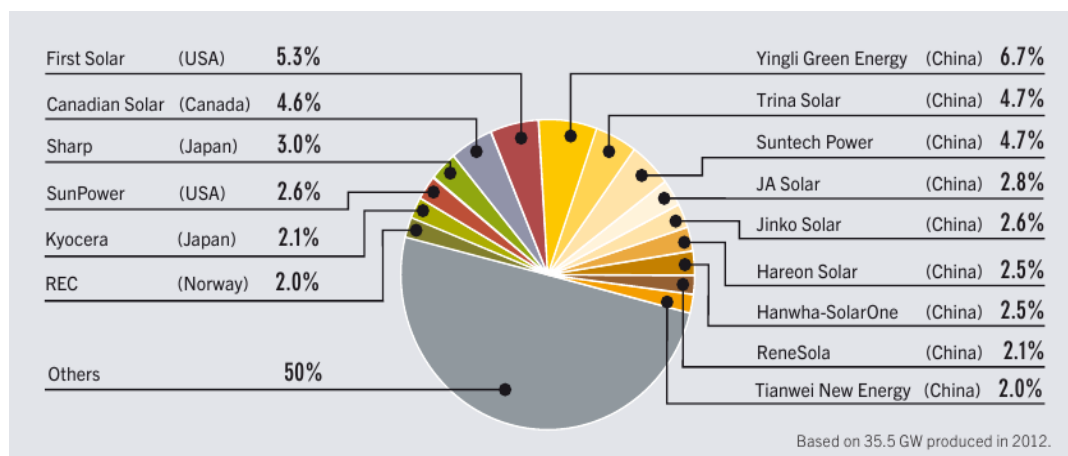


Figura 16. Participación en el Mercado de los 15 Mayores Productores de Módulos Solares PV en 2012.

Fuente: UN-REN21. Renewable 2013 Global Status Report

Nos pareció interesante ver que la producción de sistemas solares no está concentrada en ningún país o región. Aunque es cierto que China tiene cerca del 28%, más bien hasta ahora responde a una distribución de mercado competitiva. Es una buena noticia para países como Colombia que quisieran entrar a producir y competir.

4.1.2. A Nivel latinoamericano. Consideramos a Latinoamérica, a nivel energético y económico, como 3 regiones con características comparables (Caribe, Comunidad Andina y Mercosur) Omitimos a México porque se ajusta más a la matriz energética de Norteamérica. (REN 21-2010).

4.1.2.1. El Caribe. Las naciones caribeñas son en su gran mayoría islas o territorios continentales muy pequeños. Como se aprecia en la gráfica 17, de oferta de Haití, su dependencia de las fuentes forestales es muy grande, ya sea en forma de carbón o de leña. La leña se compone de la sostenible, o que se vuelve a sembrar, y la simple deforestación destructiva. También hay una importante dependencia del petróleo, que claro, es importado, lo cual agrava más la precaria situación económica de esa nación. Resulta evidente la necesidad de un país como Haití el incursionar en fuentes renovables de energía. (REN 21-2010).

En cuanto a Cuba y República Dominicana se da un componente interesante dentro de la matriz energética. En las figuras 17, 18 y 19, se explica cómo está compuesta la oferta energética de países como Haití, Cuba y República Dominicana donde es predominante el uso de la caña de azúcar como biocombustible para transporte y uso en inmuebles urbanos y rurales. Es apenas natural considerando la larga tradición cañera de estas dos naciones. Sin embargo, preocupa la gran dependencia y participación del petróleo y sus derivados ya que es totalmente importado en ambos países. Al ser islas de gran tamaño y tener cierto relieve ya es posible encontrar la explotación de la energía hidroeléctrica en una aún modesta escala, que incluso es menor a la participación del carbón, altamente contaminante.

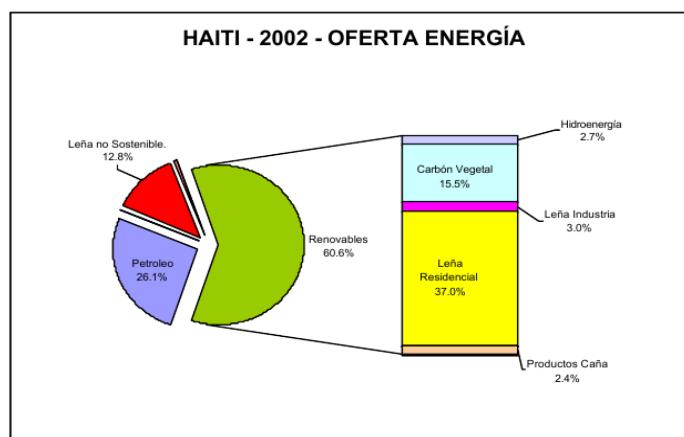


Figura 17. Matriz energética de Haití

Fuente: CEPAL-ONU (2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

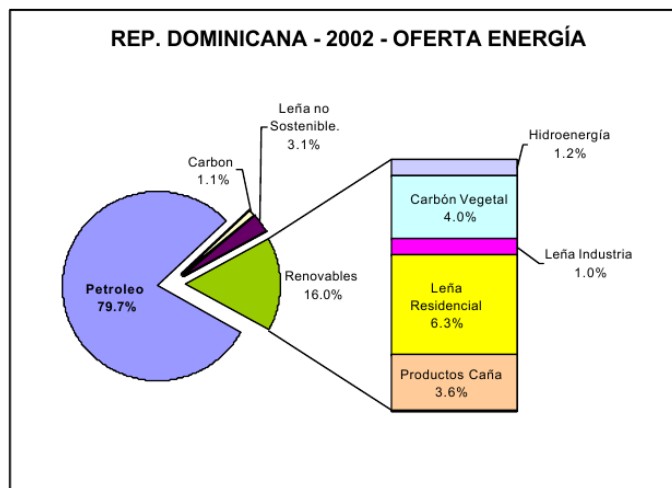


Figura 18. Matriz energética de Rep. Dominicana

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

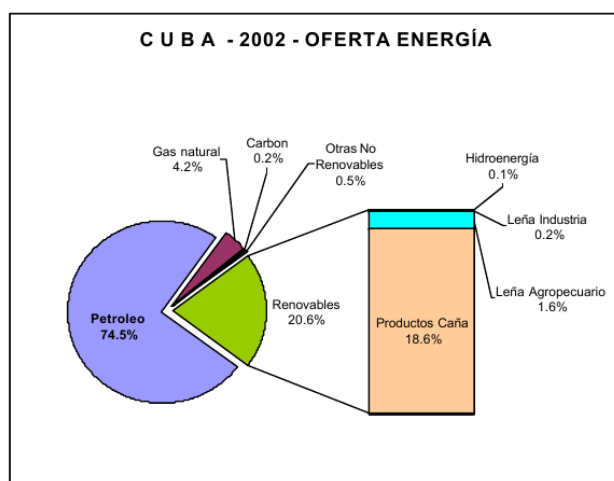


Figura 19. Matriz energética de Cuba

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

4.1.2.2. Mercosur. Agrupar a países tan diferentes como Brasil y Chile en un mismo grupo responde más a razones de tipo económico y político que a criterios geográficos o ambientales. Teniendo claro esto, podemos comenzar por analizar la matriz energética del país más grande del hemisferio, Brasil. (REN 21-2010).

Se le considera un país con una matriz diversificada, aunque aún muy dependiente del petróleo. La hidroenergía viene con un crecimiento importante y sostenido en los últimos años

como se ve en la figura 20, ubicándola ya como la segunda fuente en importancia. Resaltan también los biocombustibles, especialmente la caña, ya que Brasil es la mayor potencia agrícola del mundo. (REN 21-2010). Es muy discutida la sostenibilidad ambiental de esta agro-industria brasilera ya que se ha hecho a costa de la deforestación amazónica y sub-tropical. El carbón tiene un gran peso ya que el 7% de un país del tamaño de Brasil tiene una gran huella ecológica. En cuanto a las renovables propiamente dichas, la matriz al año 2012 las ubica con una participación cercana al 2.2% del total, lo cual es un aporte importante en los últimos años, aunque claramente no suficiente.

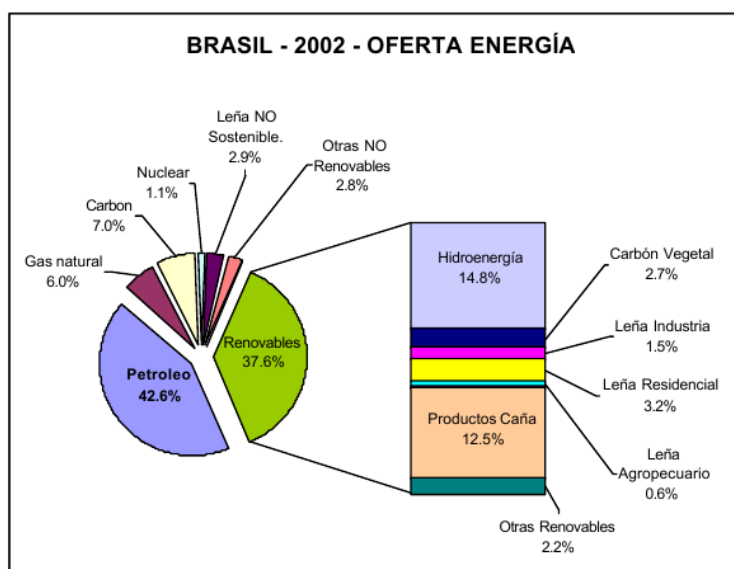


Figura 20. Matriz energética de Brasil

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

Argentina aunque es el segundo país en tamaño de la región ha sido históricamente pobre en recursos energéticos. Su excesiva dependencia de hidrocarburos y gas natural del exterior ha tenido no solo un gran costo económico y social, sino ambiental. Estos dos componentes suman cerca del 85% de toda la matriz (figura 21). Se han hecho avances en la generación hidroeléctrica pero no a la velocidad que demanda su economía y demografía. Por el lado de las renovables Argentina tiene la participación más alta de toda la región. Esto ha obedecido más un crecimiento lento pero constante pero desde hace muchos años, al contrario de Chile y Brasil que lo han hecho sólo recientemente. (REN 21-2010).

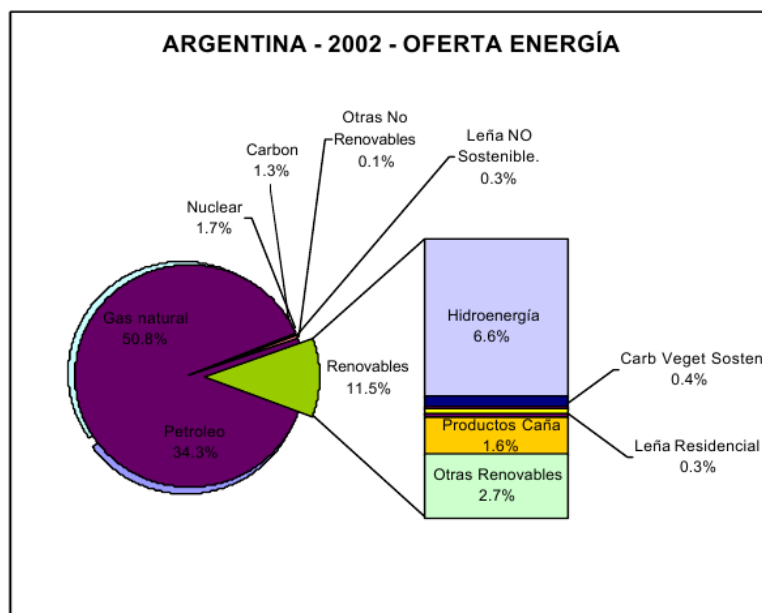


Figura 21. Matriz energética de Argentina

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

Chile, uno de los países referencia de este trabajo de grado, es interesante por varias razones. Por sus características geográficas y climáticas (sobre todo en el sur) es muy usada la fuente vegetal como energía, ya sea leña o carbón, esto debido a la abundancia de bosques y a la baja densidad poblacional. Ya en el centro y norte del país el gas natural y la hidroenergía son protagonistas. Aunque el petróleo sigue siendo el de mayor participación (40.5%) (figura 22), y que es un país más importador que productor, su lugar en la matriz está siendo rápidamente tomado por las renovables y los biocombustibles. Pero claro, aún falta mucho para que sean los más relevantes. (REN 21-2010).

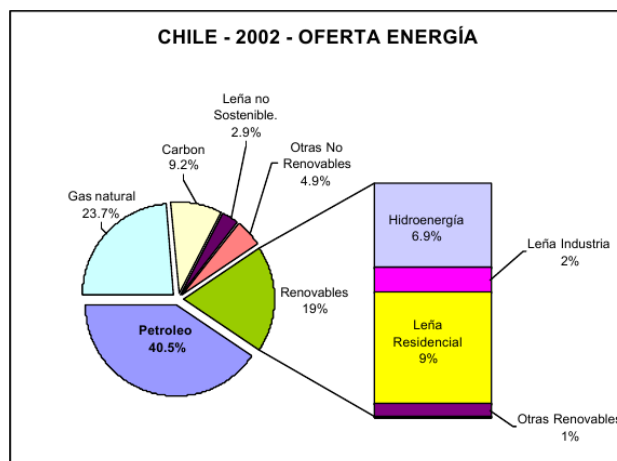


Figura 22. Matriz energética de Chile

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

Uruguay, nuestro otro país de referencia, por su reducido tamaño y la casi ausencia de relieve en la mayor parte de su territorio se ha visto abocado al uso de la hidroenergía desde hace mucho tiempo, tanto así que fue el país pionero a nivel de Suramérica. Por sus fronteras pasan dos grandes ríos, el Paraná y el río de la Plata, que le han servido para tener eficientes proyectos de hidroenergía. Sin embargo, su crecimiento demográfico y económico ha demandado el uso del gas natural en los años recientes, el cual es importado de Paraguay y Brasil. (REN 21-2010).

Pensando en todo esto, el estado Uruguayo ha planteado el programa de energías renovables más agresivo de la región, ubicando a estas fuentes ya en un 1.1.% de participación en tan solo 8 años (a 2012) representado en la figura 23. Lo veremos con detalle en el capítulo 6 de este trabajo de grado. (REN 21-2010).

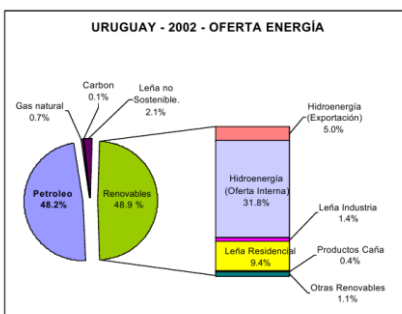


Figura 23. Matriz energética de Uruguay

Fuente: (CEPAL-ONU 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

4.1.2.3. Comunidad Andina. Entrando en nuestro vecindario próximo empezamos con analizar la matriz energética de Ecuador. Tiene una gran dependencia del petróleo, pero a su vez es un productor y exportador importante del mismo, así que su participación dentro de la matriz no ha tenido costos sociales o económicos considerables, aunque si ambientales. Lo mismo sucede con el gas natural. La hidroenergía (de la cual Colombia es un gran socio) está tomando cada vez más fuerza y se estima que serán inauguradas alrededor de 15 nuevas hidroeléctricas en los próximos 10 años. (REN 21-2010).

Los biocombustibles, con la caña a la cabeza, tienen un lugar bien importante, pero el gobierno ha preferido desestimular esta industria y desviar la matriz hacia la hidroeléctrica.

Las energías renovables son prácticamente inexistentes en Ecuador, lo cual es paradójico ya que es el país donde hay mayor radiación solar. Su inexistencia se sustenta en el hecho de que es un país rico en fuentes energéticas y que no tiene que importarla.

La justificación para el uso de renovables está por el impacto ambiental de las actividades extractivas de petróleo y gas, más que por el peso económico. El actual gobierno de Ecuador, en contravía a la tendencia regional, ha optado por omitir las consideraciones ambientales y más bien fortalecer la extracción petrolera y las hidroeléctricas lo cual se ve representado dentro de la figura 24 con la alta participación del petróleo. (REN 21-2010).

Perú tiene una matriz algo similar a la de Ecuador, con una mayor preponderancia de la hidroenergía y el carbón. Esto se explica por la vocación minera de su economía, esta industria llevó a la utilización intensiva de hidroenergías y carbón para su cadena productiva como está plasmado dentro de la figura 24.

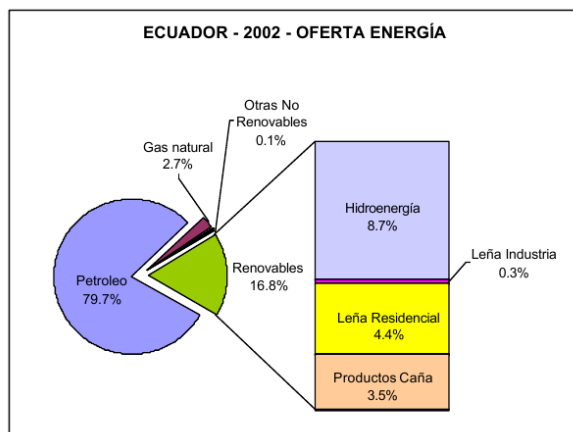


Figura 24. Matriz energética de Ecuador

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

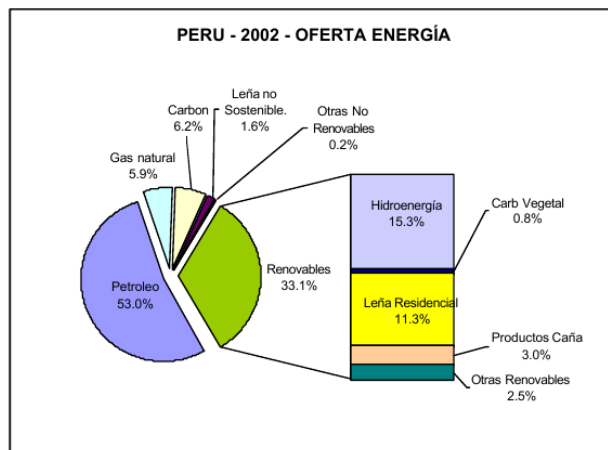


Figura 25. Matriz energética de Perú

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

Venezuela es una bien conocida potencia petrolera, para ellos el problema energético prácticamente no existe, bien podrían suplir toda su matriz con hidrocarburos. Este componente surte más del 70% de la demanda energética (al 2012). (REN 21-2010). Sin embargo, se resalta el hecho de que es el país de América Latina con mayor producción hidroeléctrica reflejado en el 27.7% en la figura 26. En este sentido no se usan los biocombustibles, o mejor aún, no se deforesta para leña o carbón vegetal, lo cual contribuye a una preservación ecológica en la mayor parte del territorio venezolano. En ese país no existe un programa serio o importante de energías alternativas ya que no se considera la demanda energética como un problema en el corto o mediano plazo.

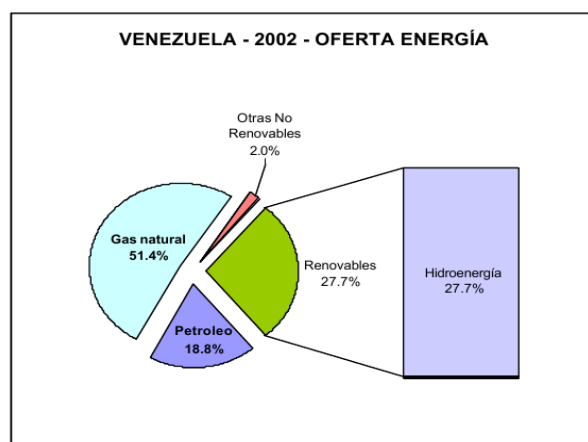


Figura 26. Matriz energética de Venezuela

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

Finalmente, traemos a colación a Colombia dentro de este contexto latinoamericano, aunque claro, la descripción detallada se hará en el siguiente aparte de este capítulo. Aquí simplemente queremos dar una idea comparada de cómo es la matriz energética de Colombia respecto a sus vecinos y pares. (REN 21-2010).

Contrario a la intuición general, la hidroenergía no pesa tanto como se esperaría, a 2012 se ubicaba en el 12%. Se evidencia el rápido aumento de los biocombustibles en años recientes ubicándose en cerca del 8% y creciendo. Las termoeléctricas que funcionan con carbón son casi tan relevantes como las hidroeléctricas, lo cual pone de manifiesto el gran desafío ambiental al que nos enfrentamos. (REN 21-2010).

Colombia no es una potencia petrolera pero si se considera históricamente autosuficiente en el mediano plazo. En gas natural si somos una potencia lo cual ha hecho de este rubro el segundo en importancia, y el segundo en crecimiento después de los biocombustibles.

También preocupa el hecho de que las fuentes forestales de energía como la leña y el carbón general tengan un incómodo y grande 7% en nuestra matriz. Es un serio problema ambiental.

En cuanto a las fuentes renovables su participación es menos del 1% y se limita a algunos proyectos piloto en eólica y solar que retomaremos más adelante, y son en parte el núcleo de este trabajo de grado.

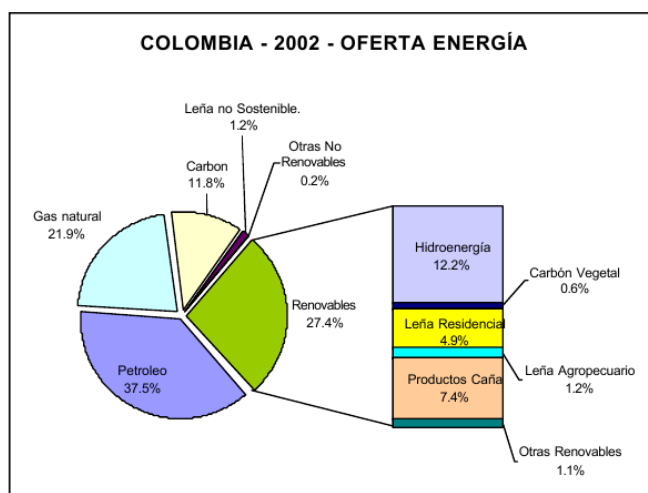


Figura 27. Matriz energética de Colombia

Fuente: (CEPAL-ONU. 2014). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe

4.1.3. Resumen socio – económico Colombia.



Figura 28. Mapa división político-administrativa de Colombia

Fuente: Recuperado de: <http://www.businesscol.com/comunidad/colombia/colombia05.html>

Tabla 4. Algunos datos Macroeconómicos de Colombia

Indicador			
Desempleo	2014	2013	2012
	9.1%	9.6%	10.4%
Salario Mínimo	616.000 Peso Colombiano		
Deuda	101.866 Millones € - 35,75% del PIB		
PIB	378.415.326.790,1 – 2013		
Emisiones de CO2 (kT)	75.679,5 – 2010		
Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)	1.123 -2011		

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Breve historia de la energía solar en Colombia. Se podría decir que históricamente la producción de energía eléctrica solar ha estado muy ligada al sector agropecuario en Colombia, debido a los altos costos de la interconexión eléctrica hasta las fincas, como también de los productos sustitutos, a saber combustibles fósiles (ACPM y gasolina) y carbón. Se ha limitado a pequeñas y particulares instalaciones fotovoltaicas para usos muy limitados. (FNCE- MME. 2013).

Por otra parte, desde lo institucional, Telecom fue la primera empresa estatal que a comienzos de la década de los 80's usó estas tecnologías en forma relativamente masiva, en su programa de telecomunicaciones rurales, con asistencia de la Universidad Nacional. Los generadores eran de apenas 60 vatios de potencia para alimentar los radioteléfonos rurales, y para el año 1983 habían instalado 2950 puntos. Luego al ir creciendo el programa se escaló a redes de 4 Kilovatios para las antenas zonales satelitales. Así el sector privado fue también paulatinamente adoptando esta estrategia para sus antenas repetidoras, boyas, estaciones remotas y aún las bases militares lejanas; todo esto da un acumulado estimado de 48.499 módulos hasta la década pasada, con una potencia total de 2.05 Megavatios. (FNCE- MME. 2013).

Actualmente se estima que la mitad de los módulos solares están en actividades de telecomunicaciones y la otra mitad de sectores rurales o bases militares.

Un dato que preocupa es que se reportaron fallos en el 37% de estos sistemas y más del 8% ya están simplemente fuera de servicio. Desde el 2010 no se han realizado estudios sobre la eficiencia y comportamientos de estos sistemas.

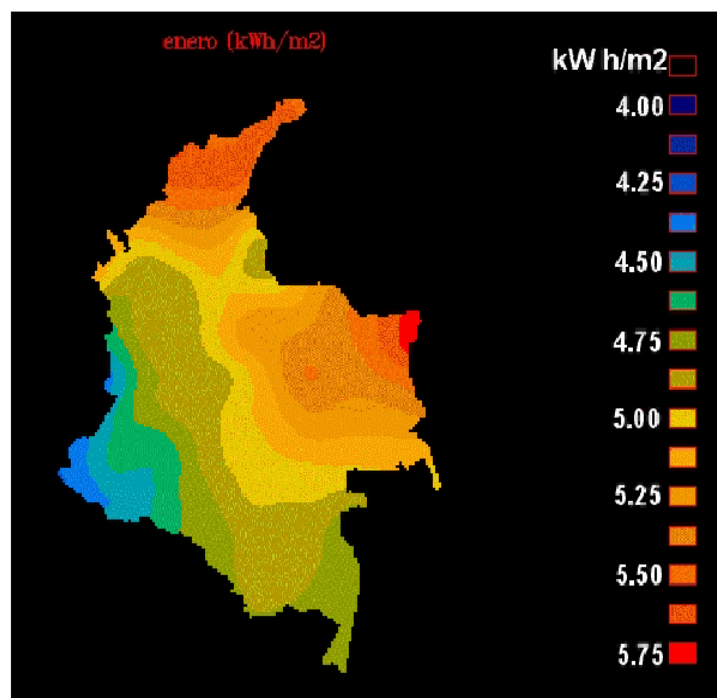
Actualmente el paquete estándar que ofrece el IPSE para la electrificación rural consta de un panel solar de 70 vatios, una batería de entre 60 y 120 amperios y un regulador de carga. Se ha calculado que alcanza para un consumo muy básico y limitado en iluminación, TV y radio. Estos programas actuales del IPSE se han financiado por el estado por medio del FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas). Para el 2013 había 15.000 sistemas instalados de esta manera. Igualmente el IPSE ha ideado algunos sistemas de producción mixta de energía (energía solar fotovoltaica y las plantas diésel) para servir de respaldo a la generación de diésel, una medida controvertida a nuestro juicio. (FNCE- MME. 2013).

El mercado de paneles solares se estancó durante la década de los 90's debido a los problemas de orden público, arrojando la misma cifra estimada de 300 Kilovatios por año de capacidad instalada total en zonas rurales.

Hacia el futuro se ha considerado que hay buenas perspectivas para la energía solar en Colombia, ya que más de 1 millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica, según el (censo DANE 2005).

4.1.5. Potencial de energía solar en Colombia. Los datos y estudios en Colombia respecto al potencial y viabilidad de las FENR (Fuentes de Energía Naturales Renovables), son escasos, se remonta solamente a los años 60's las primeras indagaciones al respecto. (FNCE-MME. 2013).

El potencial solar se ha calculado con base en las mediciones meteorológicas del IDEAM que se han procesado para ser indicadores de energía solar. Las regiones que inicialmente se midieron fueron la costa atlántica y la sabana de Bogotá, ya más tarde se incluyó prácticamente todo el país, y estos resultados conforman el llamado “Atlas de Radiación Solar en Colombia”. Junto con este atlas se elaboraron los llamados “Manuales de Radiación Solar en Colombia, Volúmenes I y II”, donde el primero muestra la radiación solar disponible en superficie horizontal y el segundo volumen expone los datos para fachadas y superficies, ambos volúmenes con promedios mensuales y diarios. Aunque estos manuales son del año 1994 y basados en datos de los 30 años anteriores, gracias a un algoritmo desarrollado por S.A Klein y J.C. Theilacker con software GIS, se creó una matriz para cualquier par de coordenadas en el territorio colombiano en cualquier día del año. (FNCE- MME. 2013). El mapa térmico-solar de la figura 29 fue obtenido de dicho manual volumen 2.



Fuente: *Manual de Radiación Solar en Colombia, Volumen I*

Figura 29. Radiación solar recibida sobre Colombia

Fuente: IDEAM- Manual de Radiación Solar en Colombia Vol. 1.

Cabe aclarar que en el año 2005 se hizo una actualización de datos a este programa, para lo cual se utilizaron heliógrafos Campbell-Stokes en 32 estaciones de referencia y 39 radiométricas, junto con actinógrafos y piranómetros Eppley. Con estos nuevos datos se volvió a correr el modelo anterior y se hicieron mapas a color de promedios mensuales. (FNCE- MME. 2013).

*Al ser este un trabajo de grado en economía no nos vamos a detener en los detalles técnicos y de ingeniería de los aparatos y procesos ya mencionados.

Estos datos promedios mensuales obtenidos por última vez en 2005 compilados en la tabla 6 muestran el potencial solar por regiones, en donde la guajira es la región predominante con 2.190 kW/m2/año, mientras que la costa pacífica con su clima húmedo y lluvioso está en el fondo de la tabla.

REGIÓN	kWh/m ² /año
GUAJIRA	2.190
COSTA ATLÁNTICA	1.825
ORINOQUIA	1.643
AMAZONIA	1.551
ANDINA	1.643
COSTA PACÍFICA	1.278

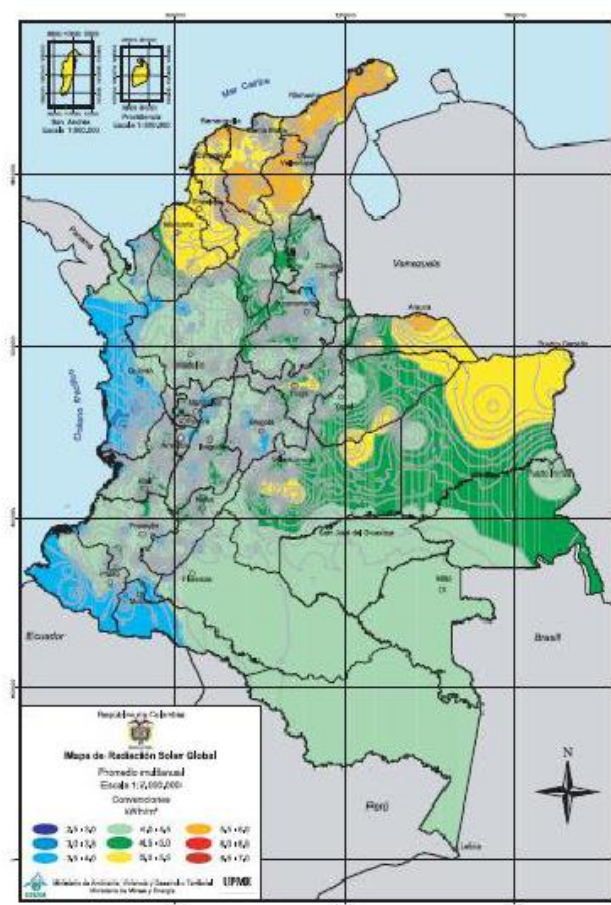
Fuente: 2005 UPME – IDEAM

Tabla 5. Potencial de Energía solar por Regiones

Fuente: UPME – IDEAM 2005

Algo muy importante y ventajoso para Colombia es que considerando un máximo anual de 2500 Kilovatios/m²/año, el país presenta una variación máxima respecto de este valor de 58% en la costa pacífica y del 84% como máximo en la costa atlántica. Es decir, la variación mensual de radiación solar en Colombia es pequeña y esto conlleva a no requerir grandes sistemas de almacenamiento, ya que el recurso es constante. Aún más, si se considera las radiaciones en la zona andina con alturas superiores a 200 metros sobre el nivel del mar se mejora la calidad del recurso. (FNCE- MME. 2013).

Dentro de la figura 30 se observan a nivel nacional los promedios de radiación solar por día, en donde las tonificaciones por color explican la cantidad de radiación solar por zonas yendo desde el naranja mostrando una fuerte radiación del sol hasta el morado y el azul con regiones bastante húmedas y lluviosas como lo es la región pacífica.

Figura 30. Mapa Promedio Diario Multianual de Radiación Solar

Fuente: UPME-IDEAM Atlas de Radiación Solar en Colombia

4.2. Sector eléctrico nacional.

4.2.1. Sistema Interconectado Nacional. Debido a la promulgación de la Constitución Política de 1991 y de las Leyes 142 de 1994 (Ley de Servicios Públicos Domiciliarios) y Ley 143 de 1994 (Ley Eléctrica), se implantan nuevos escenarios normativos en el sector eléctrico de nuestra república, situación que da comienzo a una nueva resolución basada en la descentralización; la disociación de acciones (reproducción, transferencia, repartimiento y marketing); la inclusión de competitividad (reproducción y marketing); el desequilibrio de un segmento del mercado (consumidores no reglamentados); y la gestación de un diseño corporativo en el que se puntualizan claramente las competitividades del Estado con relación a la industria eléctrica. (FNCE- MME. 2013). Partiendo de los anteriores lineamientos se deja de lado el modelo monopolístico tal donde o por el cual se rige la prestación del servicio eléctrico en los

segmentos de concepción y marketing, se sigue tal el modelo donde el monopolio original que existe de inicio en los segmentos de transferencia y repartimiento, y se relaciona al sector privado en su marco global.

El sector eléctrico Colombiano se encuentra principalmente monopolizado por generación de energía hidráulica con un 64% de la producción de energía y la generación térmica 33% del total de energía generada dentro del sistema interconectado del país. No obstante, el gran potencial que posee el país en nuevas tecnologías de energía renovable tales como la eólica, solar y biomasa, no ha tenido la exploración que se le debería dar de acuerdo a su principal incidencia en la zona que el país se encuentra ubicado. (FNCE- MME. 2013).

El sector eléctrico se encuentra reglamentado mediante la Ley 143 de 1994, de acuerdo a ello el sector eléctrico colombiano se constituyó en cuatro subsectores: generación, transmisión, distribución y comercialización. Aproximadamente de la mitad del total de la capacidad generada es privada. Mientras que la participación privada en el subsector de la distribución eléctrica mucho más baja que la participación en generación de la misma.

Dentro de la industria eléctrica la empresa sobresaliente y líder en el sector eléctrico colombiano son las Empresas Públicas de Medellín, la cual no solamente se encuentra dedicada al sector eléctrico sino que también presta el servicio de acueducto y saneamiento para todo el departamento de Antioquia, tomando en cuenta que esta es la cuna de nacimiento de la empresa, EPM es propiedad de la Alcaldía de Medellín. Dicha empresa además cuenta con inversiones en distintas empresas del sector energético de América latina y el Caribe.

El suministro eléctrico en Colombia depende del Sistema de Interconexión Nacional (SIN) junto con varios sistemas locales aislados en las Zonas No Interconectadas (ZNI). El SIN abarca la tercera parte del territorio colombiano, proveyendo cobertura eléctrica al 96 por ciento de la población nacional. Por otro lado el sistema ZNI, que cubre las dos terceras partes restantes del territorio nacional, solamente provee servicio al 4 por ciento de la población nacional. (FNCE- MME. 2013).

En el país se cuenta con 32 grandes plantas hidroeléctricas y 30 pequeñas estaciones de energía térmica, las cuales son generadoras de electricidad y proveen todo la electricidad del Sistema de interconexión nacional. Por otra parte, las zonas no interconectadas se suplen esencialmente por pequeños generadores a base de diésel muchos de los cuales no pueden prestar el servicio a la perfección ya que no se encuentran en buenas condiciones físicas.

Para finales de 2013 la generación anual de energía eléctrica en Colombia fue de 62,196.6 GWh, un 3.7% por encima de la registrada en 2012 para este mismo período (59,988.9 GWh). Esta evolución positiva se debió principalmente al incremento en la demanda y en las exportaciones hacia Venezuela y Ecuador. (FNCE- MME. 2013).

Durante el 2013, la generación térmica tuvo un incremento de un 46.3%, un incremento significativo, pasando de una participación del 19% en 2012, a un 27% en 2013 (ver comparaciones en las figura 31 y figura 32), mientras que la generación de energía eléctrica hidráulica tuvo un detrimento de un 6.9%. Lo anterior, en parte podría explicarse por la incertidumbre sobre el comportamiento de la hidrología esperada para los años 2013 y 2014. (FNCE- MME. 2013).

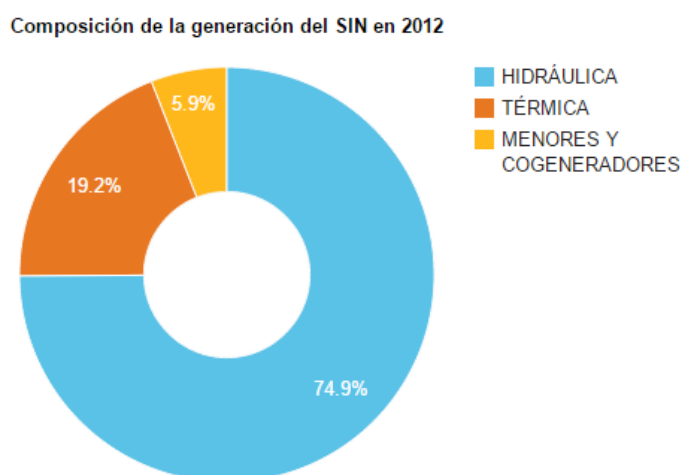
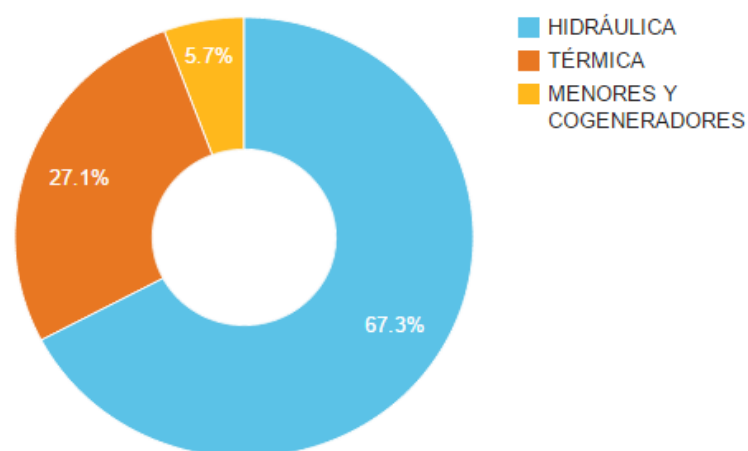


Figura 31. Composición de la generación del SIN en 2012

Fuente: UPME – Corpoema. Formulación Plan de Desarrollo FNCE. Ministerio de Minas y Energía. Colombia

Composición de la generación del SIN en 2013

**Figura 32.** Composición de la generación del SIN en 2013

Fuente: UPME – Corpoema. Formulación Plan de Desarrollo FNCE. Ministerio de Minas y Energía. Colombia

A continuación en la tabla 6 se presenta la composición del SIN y la participación de cada uno de las formas de energía eléctrica que tenemos en Colombia.

Tabla 6. Capacidad efectiva neta del SIN a 31 de diciembre de 2012 y 2013

Tabla 3. Capacidad efectiva neta del SIN a diciembre 31 de 2012 y 2013				
Recursos	2012 MW	2013 MW	Participación %	Variación (%) 2013 - 2012
Hidráulicos	9,185	9,315	64.0%	1.4%
Térmicos	4,426	4,515	31.0%	2.0%
Gas	2,122	1,972		
Carbón	997	997		
Fuel - Oil	0	0		
Combustóleo	307	307		
ACPM	678	917		
Jet1	46	46		
Gas-Jet A1	276	276		
Menores	693	662	4.5%	-4.4%
Hidráulicos	591	560		
Térmicos	83	83		
Eólica	18	18		
Cogeneradores	57	66	0.5%	15.7%
Total SIN	14,361	14,559	100.0%	1.4%

Fuente: Ministerio de Minas y Energía 2011

5. Legislación y políticas públicas en Colombia para el fomento de las E.E.R.R.

5.1. Políticas públicas propuestas desde el estado.

Para comenzar con el análisis de la política pública colombiana para la implementación de energía renovable solar, citamos el cuadro de orientación y priorización de política, que es un “deber ser” en cuanto a metas. Se fundamenta en cuatro ejes (Reducción de GEI, Independencia energética, Impacto sobre el cambio climático e impacto económico):

Tabla 7. Factores determinantes de Políticas FNCE y Criterios de Priorización

FACTORES DETERMINANTES DE POLÍTICAS ORIENTADAS HACIA FNCE	INDICADORES Y VARIABLES DE PRIORIZACIÓN	CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN
Emisión de GEI	Contribución de GEI a nivel Global	Contribución alta, media, baja o muy reducida
	Contribución del SIN a GEI	Contribución alta, media, baja o muy reducida
	Metas en Acuerdo Marco para reducir GEI	Si existen compromisos obligatorios o no
Dependencia de fuentes externas de suministro de combustibles	Nivel de dependencia de importaciones	Alto, medio, bajo o nulo
	Grado de diversificación de fuentes de suministro	Número de suministradores externos y participación de cada uno - nivel de desarrollo del mercado internacional de combustibles
	Incertidumbre sobre pérdida del autoabastecimiento en el futuro	Relación reservas producción en el tiempo de diferentes combustibles fósiles
Amenaza del Cambio Climático sobre las fuentes internas de suministro	Incertidumbre sobre reducción de aportes hídricos de embalses existentes	Grado y certidumbre de previsibilidad de los cambios y nivel de criticidad de los mismo, gradualidad esperada del impacto
	Nivel de inminencia de reducción en los aportes en el tiempo (mediano y largo plazo)	Gradualidad esperada del impacto
	Incidencia de las medidas de mitigación a nivel Global y de país	Incidencia de los impactos considerando las políticas globales y locales sobre CC
Impacto económico - Desarrollo de una industria de equipos y servicios - generación de empleo - contribución al PIB	Potencial de crear masa crítica en la demanda interna para jalonar el proceso	Tamaño local del potencial mercado interno para los equipos y servicios de las tecnologías de FNCE promisorias a nivel local relacionadas con la política que se formule
	Zonas aisladas con potencial para determinados tipos de soluciones y tecnologías	

Fuente: Ministerio de Minas y Energía MEE (2012)

Al evaluar históricamente los indicadores el ministerio encontró, por consenso, las posibles causas del no cumplimiento, o deficiente cumplimiento de muchos de ellos. A continuación las

falencias más significativas en la aplicación de las actuales políticas en Colombia: (Díaz, A. 2007) Identificación y evaluación. Universidad de los Andes):

- Ausencia de políticas integradoras definidas que articulen el impacto económico y ambiental, sin afectar las metas de desarrollo económico.
- Tecnología inapropiada que se ha introducido sin mayores estudios técnicos. Este punto es importante ya que es usual que el gobierno adquiera tecnologías que en el contexto internacional ya han sido relegadas, lo que impacta negativamente la eficiencia de producción instalada y cargos financieros como depreciaciones mayores y obsolescencia.
- La política no ha sido prontamente ajustada a la variación del mercado del petróleo, y dependemos mucho de él.
- Los subsidios y facilidades tributarias a energéticos como los biocombustibles que no incentivan un cambio en la matriz energética hacia las fuentes renovables.
- Problemas educativos y culturales. La sensibilización y educación ambiental necesaria para que cualquier política de EE.RR. sea viable y posible.
- Poder de los grupos de interés. Esto ha derivado en un llamado “conservadurismo” de las evaluaciones y decisiones por parte del sector público y privado. Algo que escapa al ámbito de la regulación.
- Los ejecutores de política no tienen el nivel de conocimiento técnico y económico necesario para comprender la magnitud de sus decisiones a largo plazo. Por lo general se solucionan coyunturas de precios de mercado o de oferta vía subsidios.

Ahora bien, desde la misma óptica del ministerio se han propuesto algunas estrategias para dar solución a los problemas mencionados, de la siguiente manera:

5.2. Relación entre una buena evaluación y un interés de inversión.

Actualmente hay pocas evaluaciones comparables y contrastables en la medición del recurso solar en Colombia. Solo se cuenta con los datos oficiales arrojados por el IDEAM, basados en extrapolación de datos antiguos por modelamiento (como lo describimos en el capítulo anterior en el aparte “potencial de la energía solar en Colombia). Esto hace poco creíble el potencial solar en el país para eventuales inversionistas que quieran incursionar en este mercado. Igualmente se necesita más investigación de carácter técnico y económico para sustentar una viabilidad de dichas inversiones. (Díaz, A. 2007) Identificación y evaluación. Universidad de los Andes).

Estas investigaciones se deben enfocar en las regiones donde verdaderamente hay potencial de explotación de energía solar (Costa Atlántica, valles del Cauca y Magdalena, llanos orientales, y algunas partes de la zona andina como Santander y Cauca).

La sola medición de potencial no basta, también se requiere empalmar estos datos (semanales, incluso diarios) con análisis de viabilidad técnico económica con variables locales, sin extrapolar datos de otros países que no vienen al caso.

5.2.1. La experiencia como conductora de una política pública. No hay que olvidar el pasado. Hay experiencias muy positivas como el programa “Gaviotas” en los años 90’s, que por medio del extinto BCH, financiaba en una forma muy adecuada la instalación de sistemas solares en unidades residenciales. Esto lo hacía de una manera muy simple, el valor del sistema solar era parte del valor de la vivienda y por tanto se amortizaba junto con ella en el tiempo (15 años); y es que de hecho la presencia de este tipo de sistemas incrementó la valorización de estos inmuebles favoreciendo tanto a los propietarios como al banco, tenedor de una garantía hipotecaria de mayor valor. (Díaz, A. 2007) Identificación y evaluación. Universidad de los Andes)

Replicar modelos de negocio como los llevados a cabo por TELECOM y COMPARTEL en el sector de las comunicaciones, donde se demostró que la alimentación de sus antenas y equipos por medio de recurso solar es eficiente y económica en el largo plazo. En detrimento de la utilización de plantas eléctricas con base en gasolina o ACPM, mucho más costosas y contaminantes. No solamente replicar los modelos de negocio ya mencionados sino adaptar esa exitosa estructura operacional a la implementación y ejecución de las políticas públicas en energía solar. (Díaz, A. 2007) Identificación y evaluación. Universidad de los Andes).

5.2.2. La academia como creadora y afianzadora de conocimiento y procesos. Promocionar la interacción activa y dinámica de todas las universidades y centros de investigación con interés en el tema para articular proyectos investigativos complementarios y exitosos, que a su vez llevarían a una más fácil consecución de recursos para los mismos.

Conducir investigaciones sobre nuevas técnicas, materiales, procesos, diseños que se ajusten a la realidad colombiana y a su demanda energética. Esto se podría adelantar mediante el

trabajo conjunto del SENA, universidades, UPME y empresas públicas y privadas. (Díaz, A. 2007) Identificación y evaluación. Universidad de los Andes.

5.2.3. La Óptica de la CEPAL como creadora regional de políticas. Finalmente queremos traer a colación las propuestas desde la óptica de la CEPAL. (Aguilar, L., p 119). Básicamente se resumen así:

- ✓ Para la CEPAL ha sido de agrado la última actualización del plan de expansión 2010-2024 de Colombia, sin embargo, plantea que falla en la no priorización a las EE.RR sobre otro tipo de generaciones, es decir, el sistema eléctrico colombiano está conformado por fuentes contaminantes primordialmente.
- ✓ La importancia de considerar seriamente una visión ambiental estratégica para la formulación de este y otros planes, donde se tenga en cuenta la variabilidad climática también.
- ✓ Que sea el mercado quien haga una asignación eficiente de precios desde la demanda, para optimizar la producción energética. Ya lo mencionaremos luego en el aparte de “regulación energética”, y más concretamente explicaremos la incidencia de la fórmula actual del “cargo por confiabilidad” en el precio, y por ende en la oferta. Al regular el mercado de esta manera se supone que se hace más eficiente la canasta energética y por tanto, se redefiniría sus participaciones, ponderando mayoritariamente las energías renovables (solar).
- ✓ Integración real de recursos energéticos renovables en cada región y así no depender de una gran red interconectada con oligopolio de producción.
- ✓ Mantener un inventario actual y dinámico de los recursos energéticos renovables, y su disponibilidad en el corto, mediano y largo plazo. Esto se relaciona mucho con las buenas evaluaciones requeridas (mencionadas antes por el ministerio). De la misma manera, incluir los costos ambientales que se mitigan al aplicar fuentes de EE.RR. Todo esto conduciendo a mejorar los parámetros de comparación entre estas fuentes y las tradicionales, haciendo más contextualizada su comparación.
- ✓ Diseñar y aplicar un aparato financiero por medio del cual los agentes privados (industria y comercio) compren energías renovables, que sea un incentivo desde lo económico y fiscal. Esto es nuevo para Colombia, tiene que ver con la creación de

mercados financieros con títulos en EE.RR. Va más allá de la simple financiación o del mercado de energía producida.

5.2. Legislación, marco institucional y regulación actuales en Colombia.

5.2.1. Marco institucional. Dentro de la Constitución Política se precisa la conformación social del Estado y dentro de este marco se reconoce a la protección del medio ambiente como principio fundamental y así como también un derecho colectivo (Constitución Política, 1991). Es allí en donde se fijan y concretan los puntos clave que actualmente guían la dirección ambiental del país como lo son: la protección del medio ambiente, la responsabilidad que se tiene con la sociedad y la eficiencia económica, la participación ciudadana y el respeto por la cultura. (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

Al mismo tiempo que los cambios constitucional e institucional, se dio una coyuntura en el llamado “apagón del 1992”, lo que llevó al gobierno en su apuro a subsidiar los planes de suministro eléctrico a las ZNI. Esto tuvo un impacto negativo en el mediano plazo ya que los rubros destinados a ello se hicieron insuficientes y como la mayoría de las políticas de subsidios no pensadas redondo en una caída de la productividad y eficiencia de las FNCE, lo cual las hizo menos competitivas frente a la creciente popularidad de las hidroeléctricas. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

Ya superada la crisis de los años 90's y contando con un mercado privatizado de la interconexión eléctrica, a la vez que un panorama de volatilidad en los precios del petróleo; el gobierno de la época expide la ley 697 de 2001, en la cual eleva a “interés público” el uso racional de la energía y las FNCE. Lo malo es que en vez de priorizar las energías renovables limpias como solar y eólica, el gobierno prefirió enfocarse en los biocombustibles ya que estos se pensaba que eran el sustituto directo del petróleo, y había una gran preocupación por el suministro de este producto al sector transportador. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME).

Ya entrando concretamente en las leyes que dieron forma al marco institucional del sector energético colombiano, comenzamos con la ley 1450 de 2011, por medio de la cual se presenta el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Respecto al tema que nos compete señala que:

“durante el cuatrienio 2010-2014 se incorporarán los siguientes ejes transversales en todas las esferas del quehacer nacional con el fin de obtener la Prosperidad para Todos: (...) una

sociedad a la cual la sostenibilidad ambiental, la adaptación al cambio climático, el acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones y el desarrollo cultural sean una prioridad y una práctica como elemento esencial del bienestar y como principio de equidad con las futuras generaciones”.

Se ha planteado que una figura importante dentro del proceso de transformación de la percepción ambiental del país es el Sector Eléctrico Colombiano. Se dice que este se ha encargado de posicionar el compromiso social ambiental como un valioso punto de la eficiencia y la sostenibilidad empresarial actual. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME).

Ley 143 de 1994, por medio de la cual se establece el régimen de las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, que en lo sucesivo se denominarán actividades del sector, en concordancia con las funciones constitucionales y legales que le corresponden al Ministerio de Minas y Energía. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME).

La Ley 99 de 1993 en su artículo 5º, numerales 32 y 33, asigna al Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la función de promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientalmente sanas, así como también promover, en coordinación con las entidades competentes y afines, la realización de programas de sustitución de los recursos naturales no renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energías no contaminantes ni degradantes. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

5.2.2. La legislación colombiana y el medio ambiente. En el marco legal colombiano con respecto al tema del manejo ambiental procura el apoyo a las tendencias globales del Desarrollo Sostenible mediante la Ley 629 de 27 diciembre 2000, por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kioto (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). Hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997 cuyo objetivo es la reducción de emisiones y fomentar a la eficiencia energética. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

En la Constitución Política de 1991 en su artículo 80, se establece que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Y más adelante en el mismo sentido el

artículo 334 anuncia que la dirección general de la economía estará a cargo del Estado y este intervendrá por mandato de la ley en la explotación de los recursos naturales.

5.2.3. Uso Racional y Eficiente de la Energía. Con la Ley 697 de 2001 se declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales. . (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

Ley General de Educación, 115 de 1994 que en su artículo 5º, establece como un fin de la educación, la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales.

Decreto 3686 de 2003 el cual tiene como objeto reglamentar el uso racional y eficiente de la energía, de tal manera que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables.

Decreto 2501 de 2007 del MME, que tiene por objeto propiciar el uso racional y eficiente de energía eléctrica a aplicar en los productos utilizados en la transformación de energía eléctrica tanto de fabricación nacional como importados, para su comercialización en Colombia y en los productos destinados para el uso final de energía eléctrica, tanto de fabricación nacional como importados, para su comercialización en Colombia.

La Resolución 18-019 de 2010, adopta el Plan de Acción Indicativo 2010 – 2015 para desarrollar el Programa de Uso Eficiente y Racional de la Energía y demás formas de energía No convencionales – PROURE y se definen sus objetivos y subprogramas. El plan define compromisos muy específicos para los sectores y en particular para el de servicios públicos en materia de ahorro de energía.

5.2.4. Consideraciones tributarias. La Ley 788/02 en su artículo 18º exime del impuesto a la renta a aquellas ventas de energía con fuentes renovables, durante quince años,

siempre y cuando se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kioto, los cuales generan ingresos a los empresarios. El 50% de estos ingresos tiene que destinarse a programas de beneficio social para gozar de la exención del impuesto. Igualmente se exime del pago de IVA a la importación de maquinaria y equipos que se destinen a actividades que puedan emitir bonos o certificados de emisión de carbono, o de reducción de los GEI. Estas exenciones fueron pensadas para lograr que las FNCE sean competitivas a nivel de costos en el mercado eléctrico nacional. (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

Oficialmente se le dio vida a las primeras políticas en FNCE en el año 1984, con la creación de esta división dentro del Ministerio de Minas y Energía. Ya son 30 años desde que se vislumbró la importancia estratégica que puede tener este tipo de recursos. Pero lo cierto es que todas las políticas creadas desde entonces no han impactado significativamente y se aduce a la no determinación precisa de los objetivos de la política, como también a la falta de unos procesos integrados y sistemáticos para su ejecución.

Proyecto de ley 09 de 2012 senado, Con el propósito de incentivar la construcción de viviendas en las que se implementen paneles solares y paneles fotovoltaicos, se autoriza al Gobierno para que determine el porcentaje del IVA que se devolverá a las constructoras por la adquisición de paneles solares y paneles fotovoltaicos o por la adquisición de materiales para la fabricación de estos.

5.2.5. La regulación como actor de política. Según los especialistas del UPME y del MEE ha habido puntos de quiebre en la formulación de las políticas de regulación cómo fue el cambio constitucional y el modelo económico.

Primeramente pareció muy rentable y viable dedicarse a la caracterización y promoción de los programas enfocados exclusivamente a los sectores rurales, y más específicamente a las regiones muy aisladas del territorio. El trabajo se dividió en organización institucional y en la investigación, a cargo del ministerio y el instituto de asuntos nucleares, lo cual es paradójico teniendo en cuenta que son energías limpias y renovables de lo que se estaba tratando. (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

Luego, el marco constitucional de 1991 dio un revolcón al estado en una reestructuración profunda, en la naturaleza u objeto de las distintas instituciones, aun cuando el objetivo siguió siendo llegar solamente a las zonas rurales y aisladas. Por medio de la ley de servicios públicos,

la ley eléctrica y la expedición de decretos ley sobre modernización, que le dieron forma a las conocidas hoy como UPME (Unidad de planeación minero energética, la CREG (Comisión Reguladora de Energía y Gas), asumiendo diferentes responsabilidades en el tema de las FNCE. (Corpoema- 2013. FNCE. MME)

Esto fue un avance muy grande en cuanto estas instancias de carácter estatal y no gubernamental son ahora dotadas de herramientas jurídicas y presupuestales para generar políticas de largo alcance e impacto. El aspecto negativo estuvo en la priorización de las fuentes energéticas, relegando a las FNCE a ser simplemente anexas a la gran generación hidroeléctrica que se comenzaba a gestar. Aún no eran conscientes de los impactos ambientales.

Mediante la ley 143 de 1994 la CREG quedó a cargo de la regulación del país interconectado y de las ZNI. Dentro de esta segmentación geográfica hay otra subdivisión en el carácter del negocio, la regulación comercial y la regulación operativa (o mejor conocida como el código de las redes). Esta división ha dado buenos resultados en la regulación del sector, haciendo a Colombia de hecho un ejemplo a nivel regional.

La regulación comercial se dedica a velar por el mercado mayorista de energía eléctrica, en aspectos como la formación de los precios (generación, transmisión y distribución), las transacciones conexas a ello (bolsa, contratos, los cargos por confiabilidad).

Por su parte, el código de redes reglamenta el despacho desde su generación, la planeación y operación del sistema, la expansión del sistema de transmisión, lo relativo a las plantas menores de generación (aquí es donde entran la producción solar y eólica, la medición de los flujos de energía por las distintas redes y como tal la expansión de la infraestructura. Este código se considera coherente y de un carácter eminentemente técnico, bien estructurado, aunque tiene una falla puntual en el “cargo por confiabilidad” mencionado antes, ya que como está diseñado en el código lleva a que nunca pudiera incursionar otro tipo de generación que no sea la hidroeléctrica. Y es justamente algo en lo que los expertos hacen hincapié si se quiere tener una política real de incentivo a las fuentes de ER. Más adelante nos detendremos en este cargo por confiabilidad, primero analizaremos otras reglas comerciales reguladas por este mismo código, y luego este punto. (UPME. 2010).

Por otro lado, recién hasta hace poco ha hecho presencia en el país el nuevo paradigma de cuantificar los impactos ambientales como primera medida de las necesidades energéticas, concretamente las emisiones de gases de invernadero (GEI). Durante los últimos 20 años solo se

ha pensado en el criterio del mínimo costo y de competencia. La ley 143 de 1994 esencialmente solo se preocupó de eso ya que fue expedida en ese momento crítico de apagones de los 90's. En la misma ley se introduce el término “carga por confiabilidad”, el cual de entrada deja en desventaja a las ER en su momento, todo en aras de favorecer y justificar los megaproyectos hidroeléctricos y térmicos. Vale la pena detenernos en un análisis de la regulación concerniente al sistema interconectado y su relación con las ER, ya que esto explica mucho del enfoque de las políticas públicas en este tema.

5.2.6. Reglas comerciales del sistema de generación eléctrica. Desde el comienzo se estipula un trato muy diferencial entre las grandes plantas centrales de generación hidroeléctrica y las llamadas plantas menores, de este mismo tipo de recurso o de otros (cobijadas todas bajo el concepto de cogeneración). Se considera una planta central a aquella que genere más de 20 Megavatios y su remuneración se basa en la energía producida y en la confiabilidad que aporte al sistema (medida por el cargo por confiabilidad). (UPME. 2010).

Según el Ministerio de Minas y Energía la fórmula estipulada para los ingresos de una planta de producción eléctrica es como sigue:

$$ING = EG \cdot Pb + VD$$

Dónde:

ING: Ingreso total disponible

EG: Energía generada vendida en la Bolsa dada en MWh

Pb: Precio de Bolsa por MWh (precio de oferta de la planta marginal)

VD: Ingreso Cargo por Confiabilidad

Ahora bien, este VD (cargo por confiabilidad) se definió como la cantidad de obligaciones (aporte de oferta) en energía firme, respaldadas con energía firme que le fueron asignadas a la planta por la CREG, y esto multiplicado por el precio de esta obligación de oferta. Aquí ya resulta evidente que el cargo por confiabilidad está dado en función de la oferta y no de la demanda, lo cual a juicio de muchos expertos no es racional.

Pero esta fórmula es solo la del ingreso bruto, yendo más allá al ingreso neto como tal, se estructuró la siguiente ecuación (CERE 14), incluyendo los costos variables y el recaudo necesario para cubrir ese cargo por confiabilidad.

$$IN = EG * Pb + VD - EG * (CV - CEE)$$

Dónde:

IN: Ingreso neto para remunerar la inversión

EG: Energía generada vendida en bolsa por MWh

Pb: Precio de Bolsa en MWh

VD: Valor a recibir Cargo por Confiabilidad

CV: Costos variables (combustible, mantenimiento, tasas y contribuciones)

CEE: Recaudo Costo Equivalente en Energía Cargo por Confiabilidad por MWh

Aunque esta nueva fórmula pareciera más aterrizada a la realidad operacional no es tanto así. Pronto los expertos, y aquellos que querían incursionar en generación con ER se encontraron con fallas como que no se incluye el largo plazo, es decir, esta fórmula solo da un resultado promedio semanal, considerando la rotación en bolsa del mercado de energía, y por lo tanto un proyecto que fue pensado para un retorno financiero a 20 años no se puede basar en este tipo de resultados.

Pero este no es el principal problema. Lo que más limita la creación de nuevos proyectos de ER es la concepción misma de los costos, equivalentes a como se remuneran en el mercado por cargos de confiabilidad. En palabras de la UPME este costo se define así:

“El CEE es Costo Equivalente en Energía del Cargo por Confiabilidad por MWh el cual se incluye en el precio de oferta por MWh que hacen los generadores y mediante el cual se recauda del Sistema los recursos necesarios para pagar el Cargo por Confiabilidad al cual tienen derecho los generadores asignados con este ingreso.”

No es evidente el problema con esta definición, pareciera racional, pero no lo es si le añadimos la siguiente definición para energía firme por cargo de confiabilidad. (UPME. 2010):

“Energía Firme para el Cargo por Confiabilidad (ENFICC): Es la máxima energía eléctrica que es capaz de entregar una planta de generación continuamente, en condiciones de baja hidrología, en un período de un año”.

Y aquí es cuando se presenta el gran problema. Este cargo es un promedio ponderado que solo favorece a las grandes plantas hidroeléctricas que cuentan con grandes embalses, puesto que si el criterio de entrada es la existencia de reservas acuíferas para medir su máximo potencial

generador, entonces, ¿dónde queda la medición de cargo por confiabilidad para las generaciones que no dependen del agua y que no se dan en megavatios?

Pero hay otra falla de mercado adicional, como este cargo mide la “capacidad” de generación pero no la generación efectiva como tal, ha llevado a que pequeñas plantas hidroeléctricas con poca generación se remuneren del mercado aún sin generar, solo porque tienen la “capacidad” de hacerlo. Es decir son receptoras netas de ingresos, más no generadoras necesariamente.

5.2.7 Ley 1715 de 2014. Durante el tiempo de elaboración e investigación de este trabajo de grado fue promulgada la ley 1715 de 2014 en la cual se busca la interconexión de los sistemas de energías renovables al sistema energético nacional. La ley se encuentra apenas en etapa de reglamentación por los ministerios de minas y energía, del medio ambiente y por Colciencias. Hasta el momento no se ha ejecutado. Aun así, es de capital importancia para este trabajo de grado el citar aquellos elementos y artículos, que de llegar a cumplirse en el corto y mediano plazo, cumpliría algunas de las expectativas y estrategias que planteamos más adelante en el capítulo 7.

Decidimos tratarla como un numeral aparte, comenzando por su finalidad, pasando luego a las demás reglamentaciones.

En el artículo 2 de la Ley 1715 de 2014, se especifican las finalidades u objetivos de la creación de esta ley, entre ellos resaltamos los siguientes:

- “ a) Orientar las políticas públicas y definir los instrumentos tributarios, arancelarios, contables y de participación en el mercado energético colombiano que garanticen el cumplimiento de los compromisos señalados en el párrafo anterior;*
- b) Incentivar la penetración de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable en el sistema energético colombiano, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda en todos los sectores y actividades, con criterios de sostenibilidad medioambiental, social y económica;*
- c) Establecer mecanismos de cooperación y coordinación entre el sector público, el sector privado y los usuarios para el desarrollo de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, y el fomento de la gestión eficiente de la energía;*

d) Establecer el deber a cargo del Estado a través de las entidades del orden nacional, departamental, municipal o de desarrollar programas y políticas para asegurar el impulso y uso de mecanismos de fomento de la gestión eficiente de la energía de la penetración de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en la canasta energética colombiana;

e) Estimular la inversión, la investigación y el desarrollo para la producción y utilización de energía a partir de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, mediante el establecimiento de incentivos tributarios, arancelarios o contables y demás mecanismos que estimulen desarrollo de tales fuentes en Colombia;

g) Fijar las bases legales para establecer estrategias nacionales y de cooperación que contribuyan al propósito de la presente ley.”

Así pues, pareciera que las recomendaciones de la CEPAL en cuanto a la articulación de las políticas públicas, lo tributario y la estructuración de un mercado de energías renovables, comienza a tener al menos un piso jurídico. Esto va de la mano con la efectiva participación del sector privado, ya que al contar con incentivos empezará a interesarse por el sector.

En el artículo 4 de la Ley 1715 de 2014, se toca el tema ambiental y se resalta la importancia social y económica de preservar nuestro medio ambiente, y la explotación responsable de nuestros recursos económicos. Igualmente aborda el tema de la diversificación del abastecimiento energético como un asunto de conveniencia nacional. Es decir, nos ponemos en sintonía real con los protocolos de Kyoto y Rio. El citado artículo dice:

“Artículo 4. Declaratoria de utilidad pública e interés social. La promoción, estímulo e incentivo al desarrollo de las actividades de producción y utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, se declara como un asunto de utilidad pública e interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables.”

El artículo 6. Trata el tema crucial de la reglamentación (la cual no se ha hecho aún) que involucra al Ministerio de Minas y Energía, la CREG, la UPME, el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Hacienda, la Autoridad de Licencias Ambientales y las Corporaciones Autónomas Regionales. Entre todas ellas nos llamó la atención el papel que

asumiría el Ministerio de Minas en la conducción de la política pública, como citan los numerales:

“ a) Expedir dentro de los doce (12) meses siguientes a la entrada en vigencia de esta ley los lineamientos de política energética en materia de generación con FNCE en las Zonas No Interconectadas, la entrega de excedentes de autogeneración a pequeña y gran escala en el Sistema Interconectado Nacional, la conexión y operación de la generación distribuida, el funcionamiento del Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía y demás medidas para el uso eficiente de la energía. Estos lineamientos deberán corresponder a lo definido en esta ley y las Leyes 142 y 143 de 1994.

b) Establecer los reglamentos técnicos que rigen la generación con las diferentes FNCE, la generación distribuida y la entrega de los excedentes de la autogeneración a pequeña escala en la red de distribución;

c) Expedir la normatividad necesaria para implementar sistemas de etiquetado e información al consumidor sobre la eficiencia energética de los procesos, instalaciones y productos manufacturados;

d) Participar en la elaboración y aprobación de los planes de fomento a las FNCE y los planes de gestión eficiente de la energía;

e) Propender por un desarrollo bajo en carbono del sector de energético a partir del fomento y desarrollo de las fuentes no convencionales de energía y la eficiencia energética.”

Aquí se habla de un tema muy importante para nuestro asesor (el PhD. Julio Pinzón), a saber, los reglamentos técnicos para los sistemas de generación distribuida. Aún no está claro quién o cómo los van a elaborar. Otro punto importante es la visión de desarrollo baja en carbono mediante la promoción de las energías limpias y con criterio de eficiencia energética.

En el tema de la interconexión como tal, se legisló sobre cómo contribuirán los sistemas de producción distribuida al ZIN. Esto se logrará únicamente solucionando las dudas en la energía firme y en el cargo por confiabilidad que citamos en el aparte anterior. Aun así, citamos los artículos 7 y 8 de la ley 1715 DE 2014:

“Artículo 7°. Promoción de la generación de electricidad con FNCE y la gestión eficiente de la energía. El Gobierno Nacional promoverá la generación con FNCE y la gestión eficiente de la energía mediante la expedición de los lineamientos de política energética, regulación técnica y

económica, beneficios fiscales, campañas publicitarias y demás actividades necesarias, conforme a las competencias y principios establecidos en esta ley y las Leyes 142 y 143 de 1994. Artículo 8°. Promoción de la autogeneración a pequeña y gran escala y la generación distribuida. El Gobierno Nacional promoverá la autogeneración a pequeña y gran escala y la generación distribuida por medio de los siguientes mecanismos:

- a) *Entrega de excedentes. Se autoriza a los auto-generadores a pequeña y gran escala a entregar sus excedentes a la red de distribución y/o transporte. Lo anterior aplicará una vez la CREG expida la regulación correspondiente. Esta regulación se expedirá conforme a los principios establecidos en las Leyes 142 y 143 de 1994 y los lineamientos de política energética expedidos por el Ministerio de Minas y Energía para tal fin.*

Para el caso de los auto generadores a pequeña escala que utilicen FNCER, los excedentes que entreguen a la red de distribución se reconocerán, mediante un esquema de medición bidireccional, como créditos de energía, según las normas que la CREG defina para tal fin, las cuales se fundamentarán en los criterios establecidos en las Leyes 142 y 143 de 1994 para definir el régimen tarifario, específicamente, el criterio de suficiencia financiera;”

No se puede hablar de tarifas sin establecer los costos y los precios del kilovatio, siendo así, tanto los excedentes que aporte los sistemas auto generadores, como su producción bruta se dice que se valoraran por un esquema de medición bidireccional (créditos de energía) y que estos se regirán por lo que reglamente la Superfinanciera. Lo cual a nuestro juicio no tiene mucho sentido ya que los expertos en energía no están en esa entidad.

La financiación y los canales que se utilicen para que llegue al pequeño productor-consumidor final son otros puntos esenciales. El artículo 10 crea el Fondo de energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). Este fondo tiene la novedad de ser de capital mixto, no sólo dependerá del estado, aunque si será administrado desde el ministerio pero mediante la figura fiduciaria. No sabemos hasta qué punto la utilización de este instrumento financiero sea ventajoso para el acceso a recursos.

Los fondos serán destinados, en el sector residencial, a los estratos 1, 2 y 3. Esto nos parece inconveniente puesto que reduce el margen de maniobra para los empresarios de la construcción y no incentiva a una masificación real del EE.RR.

Lo positivo está en que el fondo no se limitará a la financiación de los sistemas eléctrico únicamente, sino que también solventará las reformas arquitectónicas a que haya lugar, y esto

según el experto, constituiría un gran alivio y motivación para los potenciales usuarios. A continuación, algunos apartes del artículo 10:

“Artículo 10. Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (Fenoge). 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.

Con los recursos del Fondo se podrán financiar parcial o totalmente, entre otros, programas y proyectos dirigidos al sector residencial de estratos 1, 2 y 3, tanto para la implementación de soluciones de autogeneración a pequeña escala, como para la mejora de eficiencia energética mediante la promoción de buenas prácticas, equipos de uso final de energía, adecuación de instalaciones internas y remodelaciones arquitectónicas.”

Finalmente queremos resaltar el tema educativo y de concientización. Como lo planteamos en el capítulo 7, la educación en EE.RR es fundamental para que tanto el estado como la sociedad tomen la iniciativa de hacer la reconversión energética hacia las fuentes limpias. En este sentido, el artículo 39 de la Ley 1715 de 2014 permite la utilización de recursos del FENOGE para programas de capacitación y transferencia tecnológica. **No se habla explícitamente de cátedras en los colegios como lo planteamos en este trabajo de grado, lo cual creemos que es un vacío.** El citado artículo dice:

“Artículo 39. Información, transferencia de tecnología y capacitación. Se podrán destinar recursos del Fondo Fenoge, creado por esta ley, para el monitoreo de las soluciones instaladas en las ZNI, así como también para la actividad de transferencia de tecnología y capacitación, que garanticen el funcionamiento continuo de los sistemas de suministro de energía desarrollados. El Ministerio de Minas y Energía establecerá los criterios para optar por estos recursos.”

6. Experiencias en energía renovable solar (Chile y Uruguay)

6.1. Chile: un caso de éxito en la implementación de la energía solar

6.1.1. Resumen socio-económico de Chile.



Figura 33. Mapa de Chile

Fuente: Recuperado de: <http://www.mapasdechile.com/>

Capital:	Santiago
Idioma Oficial:	Español
Gentilicio:	Chileno
Superficie:	Puesto 38.º, Superficie terrestre 756 102,4 km², Superficie marítima 1,07 %
Fronteras:	6339 km con Perú, Bolivia, Argentina y el Paso Drake
Línea de Costa:	6435 km Océano Pacífico
Punto más alto:	Nevado Ojos del Salado
Población total:	18 006 407 hab. (2015)

PIB Total:	410.277 millones USD
Moneda:	Peso Chileno
Recursos Naturales:	Chile posee de uno de los mayores yacimientos de cobre, asimismo es uno de los principales exportadores mundiales de este metal. También tiene elementos mineros valiosos como el petróleo, el gas natural, el molibdeno, el renio, el litio y el yodo.
Clima:	En la zona del Norte Grande existe un clima desértico 20 °C, En la zona del Norte Chico existe un clima este árido cálido o semiárido, Desde el valle del Aconcagua al río Biobío, el clima mediterráneo domina toda la zona Central. Climas bastante variantes.
División Político Administrativa:	El país cuenta con 15 regiones, 53 provincias y 346 comunas en total, Chile es considerado un país de ingreso alto y en vías de desarrollo. (Instituto Nacional de Estadística, 2007). Sus más de 18 millones de habitantes promedian índices de calidad de vida, crecimiento económico, desarrollo humano, globalización y PIB per cápita que se encuentran entre los más altos de América Latina, la República de Chile es un Estado unitario, democrático y presidencialista, conformado por diversas instituciones autónomas incluidas en un esquema constitucional que ejecuta funciones y distribuye las competencias entre los órganos del Estado, diferente de la tradicional doctrina de la separación de poderes. La dirección del Estado es eficaz y territorialmente descentralizada y desconcentrada. (Instituto Nacional de Estadística, Población, País y Regiones, 2014)

Tabla 8. Algunos Datos Macroeconómicos de Chile

Indicador		
Desempleo	2014	2013
	6,0%	5,7%
Salario Mínimo	200.083 Peso Chileno	
Deuda	26.683 Millones €	
PIB	277.198.774.856,8 - 2013	
Emisiones de CO2 (kt)	72.258,2 - 2010°	
Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)	3.568 – 2011	

Fuente: Elaboración propia

Dónde: Emisiones de CO2 (kt): Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas, (BANCO MUNDIAL, 2012).

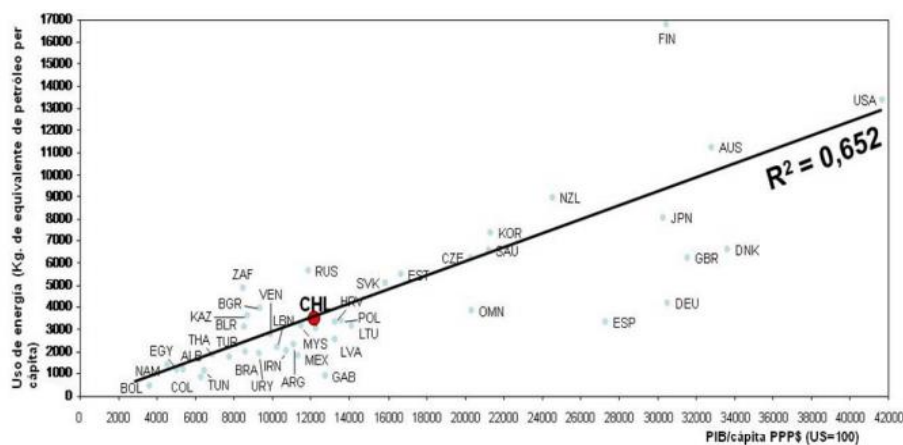
6.1.1. Análisis de la legislación y políticas públicas en E.E.R.R en Chile. Chile se ha caracterizado por la aplicación de políticas liberales, inclusive neoliberales, en prácticamente todos los sectores de su economía, y la energía no es la excepción. Desreguló en 1981 su sector energético para luego en 1986 comenzar a privatizarlo.

Se podría decir que el caso chileno ha tenido un relativo éxito en cuanto a los resultados a mediano plazo, es decir, relativa eficiencia, considerable transparencia y cierto grado de sofisticación. Un mercado de energía eléctrica donde las tarifas se acercan al costo marginal de producción, y donde se ha llegado a acordar una tasa de retorno adicional razonable.

La gráfica de dispersión en la figura 34 muestra a Chile en un lugar medio-alto en términos de eficiencia energética. Se hace en función del PIB per-cápita contra el consumo energético medido en KG. De petróleo equivalentes a la energía consumida.

Chile es un país relativamente eficiente en términos de uso de energía

Uso de energía y PIB per cápita de los países seleccionados



Fuente: Banco Mundial

No obstante a la predominancia de un sector intensivo en energía, como el minero, Chile es 26% más eficiente que los EE.UU.

Uso de energía/ PIB (kg de petróleo equivalente/ USD)

Figura 34. Diagrama de dispersión uso de energía Vs. PIB per-cápita

Fuente: (Banco Mundial, 2012)

En el diagrama de la figura 35 se resumen los objetivos claves de la política energética en Chile. Comienza por establecer las 3 metas, u objetivos de primer nivel, que son la seguridad energética, la seguridad económica y social y el impacto medioambiental. La seguridad energética comienza por la reducción de la dependencia de las importaciones e interconexiones, lo cual por cierto, contradice la premisa ampliamente aceptada de que ISAGEN tiene un futuro asegurado en Chile. (CNE, 2008). Por otro lado, garantizar un servicio ininterrumpido implica necesariamente incursionar en fuentes autónomas y sostenibles. Por el lado económico trabajar por la eficiencia en la generación, distribución y consumo. En cuanto a los usuarios, garantizarle el derecho a una energía barata y limpia es una meta mas. También se considera el impacto de la matriz energética sobre el calentamiento global y sobre los ecosistemas locales de Chile de los presentes y nuevos proyectos.

Finalmente se explayan los componentes de dicha matriz energética donde las eléctrica y renovables son preponderantes, aunque consideremos que la renovable debería considerarse una subdivisión de la primera.

Objetivos Claves de la Política Energética

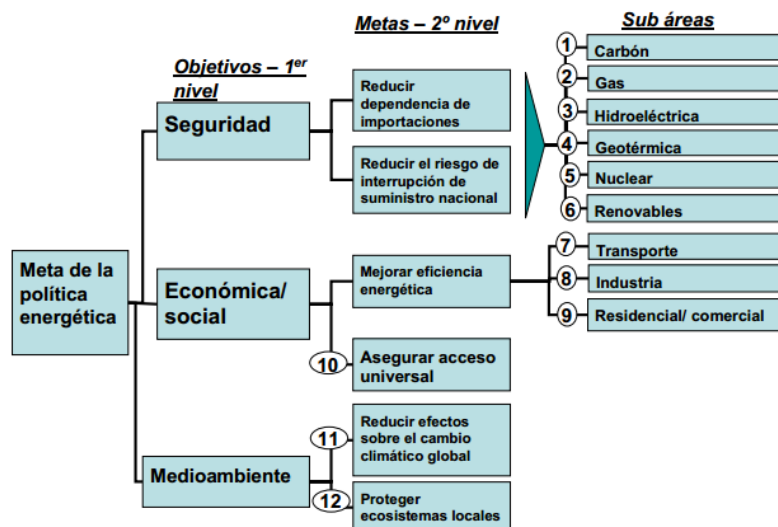


Figura 35. Objetivos clave de la política energética de Chile

Fuente: (Comisión Nacional de Energía. 2008). Política Energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la Crisis Energética en Oportunidad. CNE. Chile.

6.1.2. Consideraciones generales de política pública de ER en Chile. (Tomado de Cne. política energética: nuevos lineamientos. Chile, 2008).

- 1) Tomar acciones decididas para la mitigación del cambio climático, en una forma no reactiva, sino proactiva para la ejecución de proyectos generales, y que contribuyan al desarrollo.
- 2) Aumentar el número y tipos de instrumentos CDM para incrementar los crecientes recursos necesarios. Y que estas inversiones se hagan siempre y cuando los proyectos tengan un enfoque colectivo y un impacto generalizado, facilitando así la incursión de Chile en el mercado mundial de CDM.
- 3) Que las políticas sean adecuadas al mercado, que reflejen los factores externos, los precios e incentiven al sector privado a mayores inversiones y financiamientos.
- 4) Evaluar periódicamente las políticas en comparación a las internacionales, dando relevancia a la formación en las capacidades para la adopción de las políticas, y la forma de adaptarlas a la protección del medioambiente.

El modelo chileno ha sido relativamente exitoso en lo económico ya que ha formado un sistema racionalizado, donde no hay duplicación, ni incentivos compensatorios, y esta es la base que lo

puede llevar a niveles de penetración de las ER como en Europa.

Pero la política pública de ER en Chile se avoca a solucionar algunos problemas como la minimización de sus extensas reglas, evitar que las fuentes contaminantes lleguen a ser mucho más competitivas en precios, democratizar el acceso a los créditos para este tipo de proyectos innovadores y no permitir que se eleven las tasas de interés. Todo lo anterior en coherencia a su nuevo papel como miembro de la OCDE.

El esquema de la figura 36 se indica las áreas de acción sobre las que paralelamente debe ceñirse la política pública en ER:

Potenciales Áreas de Acción

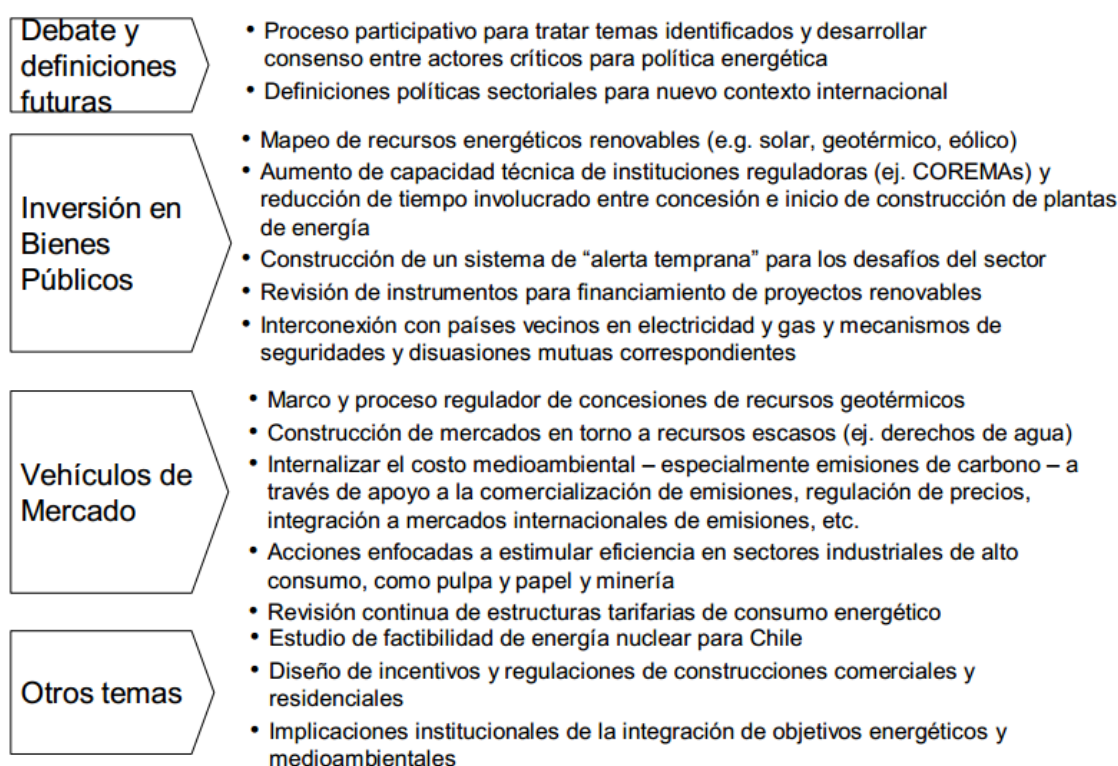


Figura 36. Potenciales áreas de acción

Fuente: (Comisión Nacional de Energía. 2008). Política Energética: Nuevos Lineamientos.

Transformando la Crisis Energética en Oportunidad. CNE. Chile.

Hay una instancia dentro del ministerio llamada CER (Centro de Estudios de Energías Renovables), creada en el 2009, cuya misión es: “asegurar la óptima participación de las ERNC en la matriz energética de Chile para contribuir al desarrollo sustentable del país”. Para lo cual han ajustado las siguientes líneas de acción presentadas en la figura 39:

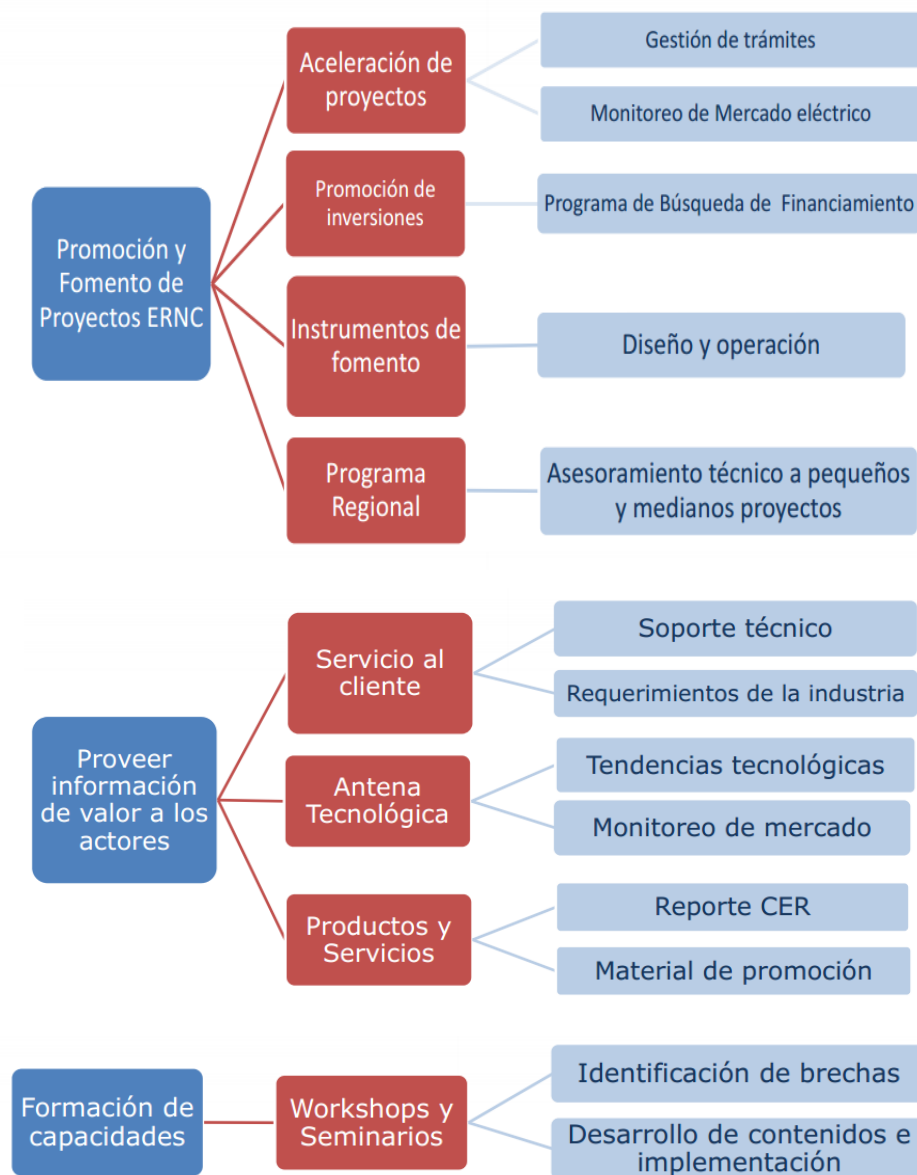


Figura 37. Líneas de acción en ERNC en Chile

Fuente: (Comisión Nacional de Energía. 2008). Política Energética: Nuevos Lineamientos.

Transformando la Crisis Energética en Oportunidad. CNE. Chile.

De los departamentos arriba esquematizados vale la pena detenerse un poco en la Unidad de Aceleración de Proyectos, la cual a nuestro entender, podría ser un buen ejemplo a seguir para Colombia.

Sus objetivos son básicamente dos, el acompañar a los proyectos que ya están en fase avanzada de desarrollo y el diagnóstico de las dificultades para la gestión de permisos, conexión

y financiamiento de los nuevos proyectos; para la cual tiene planes de acción con estrategias de asistencia de acuerdo a la tipología del problema. (CNE, 2008).

La estadística actual de su gestión se resume en un total de 34 proyectos apoyados que producirían 1.427 megavatios y con un costo de 4.200 millones de dólares. De esos proyectos había a 2013 3 en operación, 5 en construcción (68.3 Megavatios), y existen 4.228 megavatios en cartera, es decir, aprobados y en calificación.

Del total, la llamada región II de Chile tiene el 67% de la capacidad con 29 proyectos aprobados y 10 en calificación ambiental. El 41% de estos proyectos tiene una capacidad proyectada de entre 20 y 75 Megavatios.

El ingreso a trámites de nuevos proyectos solares se triplicó del año 2012 al 2013, para un total de 32 ingresados y 28 aprobados.

Igualmente el ministerio de energías ha gestionado y ayudado al diseño y aprobación de los siguientes marcos normativos:

- Modificación a la Ley 20.257.
- Nuevo procedimiento para solicitud de Concesiones de Uso Oneroso.
- Modificación de la ley de concesiones eléctricas.
- Ley de Carretera Eléctrica.
- Modificaciones en procedimiento de conexión PMGD conexión PMGD – DS 244.
- Publicación del Reglamento 20.571- Generadores Residenciales

Las figuras 38 y 39 del ministerio de energías de Chile (UAP) muestran la evolución de los datos mencionados:

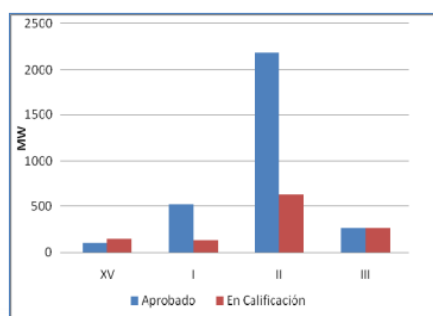
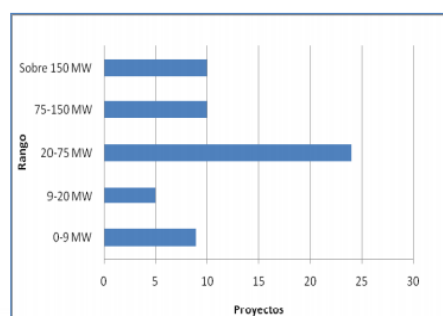


Figura 38. Proyectos por capacidad de Producción en Chile **Figura 39.** Aprobación y calificación de proyectos

Fuente: (Comisión Nacional de Energía. 2008). Política Energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la Crisis Energética en Oportunidad. CNE. Chile.

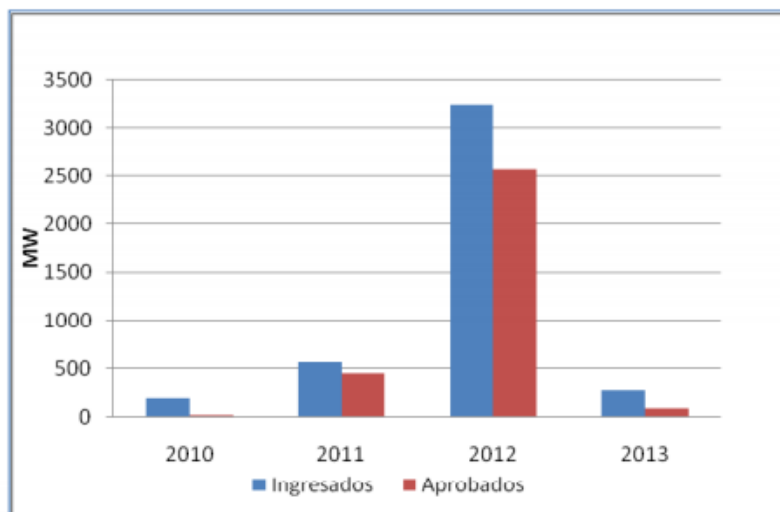


Figura 40. Proyectos ingresados y aprobados en Chile

Fuente: (Comisión Nacional de Energía. 2008). Política Energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la Crisis Energética en Oportunidad. CNE. Chile.

6.1.3. Algunos colegios ejemplares en Chile.

6.1.3.1. Red de energía solar en colegios de Chile. ProSolar desarrolla el proyecto Red de Colegios y Escuelas Solares de Chile para educar a los alumnos, profesores y miembros de la comunidad escolar acerca de la ciencia y los beneficios de las tecnologías de las energías renovables. El programa/proyecto se basa en actividades prácticas y guías de actividades, kits de ciencias y la instalación de sistemas solares eléctricos demostrativos. Trabajamos con socios financieros locales que quieren demostrar su compromiso con la educación para las energías renovables. Para recibir un sistema de energía solar, los colegios y escuelas deben estar de acuerdo en poseer y mantener el sistema después de la instalación. A su vez, la escuela recibe una poderosa herramienta de aprendizaje y todos los beneficios de la electricidad limpia y renovable que produce el sistema.

La energía solar fotovoltaica ofrece una poderosa demostración visual de cómo las micro energías renovables se pueden incorporar en los edificios para satisfacer los objetivos del gobierno de reducción de emisiones de carbono mediante el fomento de la eficiencia energética y la generación con energías renovables. Las instalaciones de energía solar fotovoltaica en las escuelas y colegios también ayudan a educar a las próximas generaciones sobre la importancia de

las energías renovables. (Tomado de <http://www.pintana.cl/index.php/noticias/213-municipio-implementa-novedoso-sistema-de-energia-solar-en-colegios-de-la-pintana>).

La energía solar fotovoltaica ofrece una poderosa demostración visual de cómo las micro energías renovables se pueden incorporar en los edificios para satisfacer los objetivos del gobierno de reducción de emisiones de carbono mediante el fomento de la eficiencia energética y la generación con energías renovables. Las instalaciones de energía solar fotovoltaica en las escuelas y colegios también ayudan a educar a las próximas generaciones sobre la importancia de las energías renovables.

6.1.3.2. La pinata – Chile. Centro Educacional Municipal Mariano Latorre y Liceo El Roble.



Figura 41. La Pintana - Chile

Fuente: Pagina web colegio La Pintana <http://www.pintana.cl/index.php/noticias/213-municipio-implementa-novedoso-sistema-de-energia-solar-en-colegios-de-la-pintana>

Más de dos mil alumnos pertenecientes al Centro Educacional La Pintana, Centro Educacional Municipal Mariano Latorre y Liceo El Roble, están siendo beneficiados con la implementación, de un sistema de energía solar térmica que permite producir agua caliente sanitaria para los baños, camarines y salas de clases del taller técnico profesional de Servicios de Alimentación

Colectiva. Se trata de la primera experiencia en energía limpia de este tipo aplicada en la educación pública y es factible gracias a la instalación de paneles que permiten el aprovechamiento de la radiación solar para su transformación en energía térmica. Con esta clase de tecnología, el municipio busca mejorar las condiciones de los alumnos al interior de los establecimientos, pues de esta forma pueden acceder, por ejemplo, a duchas con agua caliente después de las clases de educación física o de otras actividades deportivas, y también permite apoyar el funcionamiento de los talleres de aprendizaje asociados a la manipulación de alimentos impartidos en el Liceo Técnico Profesional Mariano Latorre.

Más de 96 millones de pesos invirtió la Municipalidad de La Pintana en la instalación del sistema que posiciona a la comuna como una de las impulsoras de este tipo de proyectos de energía limpia en los colegios.

6.2. Uruguay: un prometedor futuro en energías renovables

6.2.1. Resumen socio-económico de Uruguay



Figura 42. Mapa político administrativo de Uruguay

Fuente: Recuperado de http://www.ign.es/espmmap/mapas_org_eso/pdf/OrgESO_Mapa_04.pdf

Capital: Montevideo

Población total: Censo (2011) 3'286.314

Densidad poblacional:	18,78 hab/km ²
Idioma oficial:	español
Moneda	Peso (\$, UYU)
Superficie	Terrestre 176 215 km ²
Agua (%):	1,5%
Fronteras:	1 564 km, Argentina y Brasil
Línea de costa:	660 km
Clima:	El clima de Uruguay es templado, con verano largo y cálido (temperatura promedio 17,5 °C) y húmedo (promedio de precipitaciones anuales 1250 mm).
Tasa de Alfabetismo:	En 2013 el 1,2% de uruguayos comprendidos en la franja etaria de entre 15 y 49 años declaró no saber leer ni escribir, en tanto que en el grupo de 65 años o más el indicador se ubicó en un 3,5%, según datos del Ministerio de Educación y Cultura. (LA RED 21, 2014)
Forma de gobierno:	República presidencialista.
Presidente	José Mujica.
Vicepresidente	Danilo Astori.
División Política:	El país se encuentra dividido políticamente en 19 departamentos.
Órgano legislativo:	Asamblea General de Uruguay.
Fronteras:	1 564 km.
Punto más alto:	Cerro Catedral.
Miembro de:	ONU, OEA, Mercosur, UNASUR, CELAC, Grupo de Río, OEI, G77, Interpol, OIEA, FAO, FIDA, OACI, OMPI, OMS, ONUDI, OIT, OMC, OMI, OMM, FMI, UIT, UNCTAD, Unesco, UPU, OMT, ABINIA, OPANAL, BID, ISO, FLAR, Unión Latina, FICR.

Tabla 9. Algunos Datos Macroeconómicos de Uruguay

Indicador	
-----------	--

Desempleo	2014	2013	2012
	7,0%	6,0%	5,6%
Salario Mínimo	8.960 peso Uruguayo		
Deuda	23.136 Millones € - 59,48% del PIB		
PIB	55.707.944.622,0 – 2013		
Emisiones de CO2 (kt)	6.644,6 – 2010		
Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)	2.810 – 2011		

Fuente: Elaboración propia

Dónde: Emisiones de CO2 (kt): Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas (BANCO MUNDIAL, 2012).

6.2.2. Análisis de la legislación y políticas públicas en E.E.R.R en Chile: una expectativa. Uruguay es un país que no dispone con recursos propios de fuentes fósiles para generar su propia energía, y la capacidad de la energía hidráulica es considerablemente pequeña, y es por esta razón que 60% de la exigencia eléctrica del país es importada, esto principalmente debido a la dependencia de las importaciones del petróleo, además el gobierno impulsa el uso del gas natural importado desde argentina.

En 1999 debido fundamentalmente a la recesión, el consumo de energía eléctrica disminuyó, más sin embargo se espera que el consumo eléctrico aumente en las próximas décadas. Este aumento depende del eficiente funcionamiento de las hidroeléctricas de este país, además de un incremento de la potencia en las estaciones generadoras de energía lo cual es bastante improbable frente a la poca capacidad caudal que tiene el país, esto debido a que los ríos de gran caudal que sirven para suplir la hidroeléctrica ya están represados, además a esta problemática se le añaden las frecuentes sequías que aquejan al país.

En la Sierra de los Caracoles en el departamento de Maldonado se instaló en 2009 un parque Eólico, el cual genera 10MW de energía eléctrica, dando pie para que en 2010 se duplicara la cantidad de auto generadores generando así una potencia eléctrica de 20MW en este parque. En el año de 2010 se creó y comenzó a funcionar otro parque generando la misma

cantidad de energía eléctrica, proveyendo un total de 40MW al final del mismo año. Para enero del 2012 ya adjudicaron otros 300 MW. (CEPAL – ONU, 2014.).

Se planea que para el 2015 la producción de energía eléctrica por medio de aerogeneradores alcance los 1200 MW. Esta capacidad de energía podrá suplir la necesidad eléctrica en volumen de 25 y 30 % del total de energía que usa el país. (CEPAL – ONU, 2014.).

Además, la implementación de la energía eólica se prevé nuevas formas para la generación de energía por medio de recursos como el gas natural, la biomasa y otras formas renovables de generar energía eléctrica. Además de la posibilidad de optar por la generación desde energía atómica.

Uruguay actualmente tiene su red eléctrica integrada con la de su país vecino Argentina por el oeste principalmente por la frecuente importación de energía, asimismo en la actualidad está en construcción un proyecto que desea realizar una conexión con Brasil por el este, consiguiendo de esta manera no depender únicamente de Argentina sino también diversificar el origen de su abastecimiento de energía eléctrica.

El país posee tres grandes represas hidroeléctricas ubicadas en el Río Negro (Rincón del Bonete, Baygorria y Palmar) más otra en el Río Uruguay (Salto Grande) la cual es simultáneamente usada por Argentina. Uruguay ostenta de una variedad de centrales a gas y a fuel-oil, las cuales son utilizadas como apoyo ante la falta de agua.

En el año 2008 se planteó una propuesta desde la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear hacia la Presidencia de la República con una visión de largo plazo que consta de 4 puntos así: Lineamientos estratégicos, los ejes conceptuales de la política energética, las metas a 5, 10, 15 y 20 años y las líneas de acción para lograr esas metas.

Los lineamientos estratégicos se piensan como políticas de estado, es decir, trascenderían al gobierno de turno, metas de largo plazo, mientras que las líneas de acción se conceptúan como más dinámicas y según esta entidad es “*deseable que tengan un amplio acuerdo entre todos los partidos políticos*”. Estas líneas de acción se deben revisar con frecuencia de acuerdo a la situación del momento histórico. (CEPAL – ONU, 2014.).

Esta propuesta fue efectivamente aprobada por el gobierno en el año 2008, y su última revisión se dio en el año 2010 con el cambio de gobierno, ya que se creó una comisión

multipartidaria de energía. Esta nueva comisión le dio un espaldarazo a la iniciativa ya que reúne a los tres partidos de la escena política uruguaya.

A) Lineamientos estratégicos de política energética uruguaya.

(Aprobados en agosto de 2008 por el Poder Ejecutivo). (CEPAL – ONU, 2014.).

Según decreta el ejecutivo en Uruguay:

“El objetivo central de la Política Energética es la satisfacción de todas las necesidades energéticas nacionales, a costos que resulten adecuados para todos los sectores sociales y que aporten competitividad al país, promoviendo hábitos saludables de consumo energético, procurando la independencia energética del país en un marco de integración regional, mediante políticas sustentables tanto desde el punto de vista económico como medioambiental, utilizando la política energética como un instrumento para desarrollar capacidades productivas y promover la integración social.”

Siendo así, se estructuraron 4 ejes estratégicos para dar cumplimiento a este mandato:

- Eje Institucional
- Eje de la Oferta
- Eje de la Demanda
- Eje Social

Eje institucional. El ejecutivo es quien diseña y conduce la política energética, articulando a todos los demás sectores. Y las empresas estatales son el principal actor en la aplicación de las políticas.

Los agentes privados participan solamente de acuerdo a las condiciones definidas por la presidencia y de forma tal que contribuyan a la productividad del país.

La unidad reguladora en energía es quién regula y fiscaliza, desde unos lineamientos definidos por la presidencia, buscando la seguridad, calidad del servicio y la defensa de los derechos del consumidor.

El marco regulatorio de todo el sistema debe ser claro, transparente y estable, para que ofrezca las garantías a todos los actores del mismo (consumidores, empresas y generadores).

Eje de la oferta de energía. Su propósito es la diversificación de toda la matriz energética, desde los proveedores hasta el consumidor, al tiempo que se reduzcan los costos, se disminuya la dependencia del petróleo y se le dé cabida a las fuentes renovables y limpias

propias del país; todo esto mediante la transferencia de tecnología y procurando el mínimo impacto al medio ambiente.

Objetivos particulares del eje oferta de energía

- 1) Hacer ampliaciones periódicas de la infraestructura para fortalecer el sistema eléctrico por medio de sinergias entre los sectores público y privado.
- 2) Trabajar por lograr la integración energética con los países de la región, tanto en la conexión física como suscribiendo convenios de intercambio de energía estables, y la posibilidad de compra de activos energéticos internacionales.
- 3) Ya que Uruguay cuenta con una buena posición en la posibilidad de explotación de energías renovables, se impulsará a aquellas formas que no necesiten subsidios, como la energía eólica, biomasa, solar térmico y fotovoltaico, uso de residuos, micro hidráulica y biocombustibles.
- 4) En cuanto al subsector eléctrico se exige un cronograma para la generación eléctrica con miras al corto, mediano y largo, plazo; y acoplando a cada una sus respectivas modalidades de inversión.

Eje de la demanda de energía. Alcanzar niveles de eficiencia energética en todos los sectores económicos y sociales, y en todos los usos posibles de la energía pero sin disminuir los niveles de producción necesarios, el confort y la atención a las necesidades básicas; todo ello a través de un sistema educativo.

Objetivos particulares del eje demanda de energía.

- 1) Antes que nada el estado debe ser un ejemplo en el uso racional de la energía.
- 2) Mediante programas educativos y de divulgación se debe promover el conocimiento de las ventajas del uso eficiente de la energía.
- 3) Se deben estipular las normas y estructuras impositivas para promover la eficiencia energética en la construcción, iluminación, vehículos y demás equipos.
- 4) Se deben facilitar los mecanismos de financiación para las modificaciones tecnológicas y de procesos a lugar, ya sea a nivel residencial como industrial, y que lleven a una mayor eficiencia energética.

Eje social. Se debe procurar el acceso adecuado a la energía a todos los sectores sociales, en forma segura y a un costo razonable, y llevando esta misma política energética a ser un factor que lleve a una mayor integración social y un mayor nivel de democracia.

Objetivos particulares del eje social.

- 1) Pensando en las necesidades energéticas de los más pobres se deben ensayar diversas alternativas de canasta energética para evitar accidentes por conexiones fraudulentas, como también sin recargar en forma desproporcionada a los demás sectores de la población. Todo esto en forma interdisciplinaria e institucional.
- 2) La universalización del acceso a la energía por medio de diversos tipos energéticos y tecnologías, adaptadas a las necesidades y contexto de cada región.
- 3) Empoderar a los ciudadanos para una responsable toma de decisiones mediante el acceso libre y adecuado a información actual y veraz del sector energético.

7. Energía eléctrica solar en los colegios de Colombia.

Queremos abordar el aporte de nuestro proyecto de grado partiendo de lo que ya hay en energías renovables en los colegios de Colombia, para luego pasar a las consideraciones de política y regulación que pensamos se han de tener en cuenta para lograr el objetivo de popularizar las E.E.R.R en dichas instituciones.

7.1. Proyectos piloto en el uso de energías solar fotovoltaica en Colombia.

7.1.1. Colegio en sector rural: colegio de Tomarrazón funciona ahora con energía solar.



Figura 43. Colegio de Tomarrazón

Fuente: Vanguardia Liberal

Los habitantes de Tomarrazón, zona rural de Riohacha, recibieron por parte de Corpoguajira, un sistema de tecnologías limpias, conformado por el diseño y construcción de paneles fotovoltaicos, para generar energía, potabilizar de agua, operar una cerca eléctrica y un congelador. El evento estuvo presidido por el Director General de Corpoguajira, Luis Manuel Medina Toro y también se entregaron 37 fogones ecológicos. Este proyecto permite un ahorro anual aproximado en la factura del servicio de luz de \$3.000.000; entre tanto 7.5 toneladas de dióxido de carbono se dejarán de emitir al medio ambiente.

Las estructuras fueron instaladas en la Institución Educativa Técnica Agrícola de Tomarrazón, en donde gracias a ésta gestión, el plantel cuenta en la actualidad con un sistema de energía de 2.880 vatios, amigable con el medio ambiente, con el que funciona la iluminación,

equipos de cómputo, ventiladores, el área administrativa y la sede de la biblioteca. Con esta tecnología, también se opera una estación que purifica 900 litros de agua por hora, que beneficia a gran parte de la comunidad de Tomarrazón.

El proyecto, también incluye una cerca eléctrica de energía solar, la cual sirve para proteger los cultivos que se realizan en la zona. El cercado se construyó con el 10% de la madera que se emplea para la elaboración de uno tradicional. Los trabajos se ejecutaron de manera articulada con la Fundación Sersolar, con una inversión de 220 millones de pesos. . (Rueda, E.A. 2012.).

7.1.2. Colegio en sector urbano: colegio distrital benjamín herrera inaugura aula iluminada con panel de energía solar.



Figura 44. Colegio distrital Benjamín Herrera

Fuente: Tomado de

<http://www.bogota.gov.co/article/educaci%C3%B3n/Colegio%20Distrital%20inaugura%20aula%20iluminada%20con%20panel%20solar>

A partir de mayo de 2013, el laboratorio de Química del colegio Distrital Benjamín Herrera es la única aula especializada en el Distrito iluminada totalmente con energía solar.

El colegio Benjamín Herrera se convierte así en la única institución del Distrito en contar con una fuente de energía solar de última tecnología funcionando en sus aulas, brindándole un ahorro cercano a los 2 millones de pesos anuales en gastos por iluminación, gracias a este panel que tiene una vida útil de 30 años, y a los bombillos que tienen una duración cercana a las 50 mil

horas. Cuando el profesor Leonardo Quintero llegó al colegio Benjamín Herrera de la localidad de Puente Aranda hace 3 años, inició el proyecto escolar 'Ecosolar', una ambiciosa idea que proyectaba iluminar parte del colegio usando energías limpias.

La convocatoria para realizar este proyecto fue atendida por 20 estudiantes, quienes decidieron convertirse en unos investigadores de las distintas formas de generación de energía, y concluyeron que apostarle a la energía solar era la mejor opción, por ser económica, portátil, de fácil instalación, y una de las más adecuadas para poner en marcha en Bogotá.

En 2011 el grupo de 'Ecosolar' participó con esta iniciativa en Expociencias y, posteriormente, presentaron la idea a las directivas del colegio quienes no dudaron en apoyar el proyecto con la compra de un panel de última tecnología, con el que se iluminaría el laboratorio de química de la institución.

Este trabajo dio como resultado un nuevo sistema de iluminación, que gracias al panel de seleniuro de cobre, indio, galio y sulfuro de cadmio, único de este tipo en Bogotá, brinda energía a nueve bombillos led, que pueden estar encendidos durante 12 horas y que proporcionan energía lumínica al laboratorio de química del colegio Benjamín Herrera.

“Los demás chicos vienen a la clase normal y se emocionan cuando uno enciende el alumbrado, entonces ellos se sienten orgullosos, para mí también es motivo de satisfacción ver a los niños orgullosos y saber que cuidan la instalación, eso es gratificante y los motiva a seguir trabajando”.

(Tomado

de:

<http://www.bogota.gov.co/article/educaci%C3%B3n/Colegio%20Distrital%20inaugura%20aula%20iluminada%20con%20panel%20solar>).

7.1.3. Colegio en área de Bucaramanga: instituto tecnológico salesiano



Figura 45. Instituto tecnológico Salesiano

Fuente: Vanguardia Liberal

Este sistema, que no es otra cosa que el aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol, interesó tanto a los jóvenes alumnos que se les convirtió en un gran proyecto de vida.

El experimento ‘brilló’ y hoy es una gran realidad. De hecho, el Instituto Tecnológico Salesiano ‘Eloy Valenzuela’ es el único plantel oficial de Colombia que hoy sustituye la electricidad por este tipo de energía en sus aulas.

Lo mejor fue que el asunto no se quedó solo en la buena calificación que obtuvieron los estudiantes. Porque les fue tan bien en el taller que incluso, a partir del próximo año, los docentes del Salesiano comenzarán a formar a los futuros bachilleres técnicos en Electricidad y Electrónica, con énfasis en Energías Alternativas; siendo la llamada ‘Solar’ la principal de ellas. De esta forma se convierte en la institución pública pionera en la enseñanza de esta tecnología de energía renovable que, además de contribuir con el ambiente, le apunta a garantizar una vida sostenible.

El anuncio lo hizo el rector del plantel, el sacerdote Marco Fidel Benavides, al tiempo que reiteró que los dos mil 600 alumnos de la institución, entre el sexto y el undécimo grados, a partir de 2013 serán capacitados a nivel técnico con cursos intensivos en tecnologías renovables. Aunque la mayor intensidad académica la recibirán los alumnos que decidan estudiar esta especialidad, que se cursa desde el octavo grado de secundaria, lo más importante será que los bachilleres se convertirán en unos verdaderos profesionales de esta ciencia.

Es más, podrán resolver muchos de los problemas de energía en la ciudad y en las zonas rurales.

“Si se tiene en cuenta que en Bucaramanga muy pocas empresas utilizan la energía solar, pues más del 96% de ellas recurren a las redes públicas de electricidad, esta modalidad de estudio representará un gran espacio de oportunidad para nuestros egresados”, dijo Joaquín Ardila, docente del Instituto Tecnológico Salesiano. (Rueda, 2012)

Argumentó que, “los jóvenes recibirán clases y talleres de energía solar fotovoltaica, aprenderán su funcionamiento, sus componentes y el dimensionamiento de este tipo de sistemas, entre otros contenidos”. Finalmente anotó que, los maestros que participen en el programa recibirán un portafolio con todos los materiales y con las guías claves para este novedoso plan de estudios.

“Tales guías serán actualizadas de manera periódica y, al mismo tiempo, estarán diseñadas para ser utilizadas en el nivel del curso correspondiente. Los materiales didácticos podrán ser utilizados por estudiantes de diferentes grados, a discreción de sus maestros”, puntualizó. (Rueda, E.A. 2012.)

7.2. Porque los colegios deberían ser pioneros en la implementación de la energía solar fotovoltaica en Colombia.

La propuesta central involucra los Colegios de Colombia como agentes pioneros, ya que estos mismos son la cara representativa de la educación y la innovación del país. Además la concientización y el inculcar en los jóvenes estudiantes de hoy la gran importancia del cuidado y la correcta implementación de los recursos naturales son esencial. Ya sea por el momento crucial en el ámbito ambiental a nivel mundial que se vive, o como también por la enseñanza de las formas más innovadoras de cuidar el medio ambiente y mover la economía de forma sostenible.

Para una correcta articulación de la Políticas Públicas se requiere conciliar la política con la ejecución institucional. Todo esto considerando que estamos en una democracia moderna participativa, incluyente y cuidadora del medio ambiente. Este debe ser un fin principal de los colegios.

Es por todo lo anterior que encauzamos nuestra estrategia hacia los colegios como parte de un proyecto de vanguardia enfocado en la reconversión energética. Paralelamente es necesario el desarrollo de contenidos curriculares donde se aborden todos los temas y aspectos de la energía solar. Y de esta manera capacitar a los estudiantes en pro de formar en la misma institución personal adecuado para realizar sus mismos mantenimientos de las instalaciones fotovoltaicas.

Para las instituciones educativas del sector privado sería atractivo la autosuficiencia energética, la cual no solamente se vería reflejada en sus cuentas de facturas, y gran ahorro económico, sino también en un sello verde que demostraría el cuidado y preocupación de estas instituciones por el medio ambiente.

Para los colegios públicos generaría una valorización en el largo plazo, al igual como una reducción progresiva en sus costos de funcionamiento, que finalmente acabarían implicando un

menor flujo de impuestos para su funcionamiento. El retorno de la inversión en estos sistemas energéticos auto sostenibles se proyectaría en un mediano y largo plazo.

Desde la perspectiva de los expertos, en este caso el ingeniero PhD. Carlos Julio Pinzón (docente investigador en el tema por más de 20 años), se proponen algunas estrategias que se deberían aplicar para la popularización en el uso del recurso fotovoltaico en los colegios de Colombia.

- **Acceso a recursos de los fondos de energías renovables para Colegios.** Actualmente estos fondos solo favorecen a ciertos sectores de producción agroindustrial, es indispensable que los colegios (como todos los sectores) accedan a los recursos de fondos estatales para la promoción de las E.E.R.R.
- **Financiación de sistemas de energías alternativas para personas naturales y jurídicas, al igual que para municipios y colegios.** Se requiere que haya líneas de créditos, con tasas diferenciales y plazos razonables, para que las instituciones educativas monten la energía solar en sus instalaciones. Actualmente las únicas modalidades de financiación se dan por parte de algunos proveedores, o importadores de paneles solares, a personas naturales y empresas. Las tasas por lo general no son ni atractivas ni diferenciadoras. Para ello es necesario que el gobierno entre a regular y generar normas desde la SuperFinanciera, además de canalizar los recursos de los fondos ya mencionados por medio de entidades de segundo piso como Bancoldex o similares.
- **Normas y estándares en sistemas de energías renovables. Desde la concepción, diseño, implementación y seguimiento de los sistemas.** Aunque la ley 1715 ya incluye una aproximación en este campo, a juicio de los expertos, falta que estas normas se estandaricen y lleguen a un nivel de desarrollo comparable con la unión europea. De lo contrario, el mercado no legitimaría estas alternativas en energía como creíbles o serias y no se lograría su efectiva masificación. Se necesita crear desde la academia manuales y procedimientos técnicos, científicamente avalados y probados.
- **Programas de capacitación para el personal técnico.** Este punto es de capital importancia por la influencia transversal que tendría en toda la política de energías renovables en el país.

La instalación y mantenimiento de sistemas solares solo es de conocimiento de unos pocos ingenieros o técnicos, que por lo general, trabajan para compañías extranjeras o han estado en el exterior.

No sería viable la instalación masiva de estos sistemas si no se les garantiza el correcto mantenimiento y reparaciones requeridas. Por lo tanto, es prioritario la creación de cátedras y contenidos académicos, desde los colegios, en el tema de energías renovables y en todo el conocimiento técnico necesario para su instalación y funcionamiento. Ha de ser impartida a nivel nacional y con un énfasis especial en la praxis.

Estos contenidos deben ser estandarizados y evaluados periódicamente por el MEN y las secretarías de educación, para de esa manera garantizar no sólo la idoneidad del personal formado, sino el relevo generacional que se requiere para que esta política de EE.RR. prospere en el largo plazo

- **Herramientas para el diagnóstico de las necesidades energéticas en las comunidades.** ¿Quién mejor que los propios habitantes de un municipio y los estudiantes de sus colegios para cualificar y cuantificar las necesidades energéticas de sus colegios? Esto se enlaza con el punto anterior. Esta medición solo es posible si a los habitantes se les han dado los conocimientos necesarios para conocer la demanda de energía que deben suplir, como también la posible oferta que puede dar su entorno. Seguir trayendo estudios de demandas y ofertas de otros países está fuera de contexto y fuera de la racionalidad.
- **Revisión técnica (cualificada y periódica) de los sistemas de EE.RR, emulando el modelo del gas domiciliario.** Las instalaciones de gas domiciliario e industrial gozan de una considerable reputación de confiabilidad. Esto se debe a la periódica revisión que contempla la ley respecto de estas instalaciones. Así pues, sería muy apropiado emular este exitoso modelo a los sistemas de EE.RR, garantizando así su óptimo funcionamiento, seguridad y eficiencia en producción y consumo.

8. Análisis crítico-situacional de la energía solar fotovoltaica en las instituciones educativas de primaria y secundaria en Colombia

8.1. Las entidades estatales, docentes, comunidades, estudiantes y academia como actores en la implementación de las políticas públicas en E.E.R.R.

Al revisar las políticas públicas de Chile y Uruguay y sus éxitos salta a la vista la importancia que han tenido todos los actores sociales en su adopción y apropiación. Por otra parte, una falla recurrente en las políticas públicas en Colombia (y las E.E.R.R no son la excepción) es la falta de sensibilización de toda la sociedad por fuera de las esferas burocráticas.

Además de la falta de la usual falta de pertenencia de los colombianos hacia las políticas públicas, que se supone fueron concebidas por y para ellos, también vale la pena abordar otros aspectos medulares como la falta de incentivos fiscales y empresariales más “aterrizados y equitativos”, al igual que un verdadero carácter técnico y científico en la planificación misma de estas estrategias.

Comenzaremos por abordar el tema de la sensibilización y apropiación, ya que este nos lleva a nuestra propuesta central de involucrar a los colegios como agentes pioneros y articuladores de esta incipiente política pública en energías renovables en Colombia.

El aporte de este trabajo de grado es principalmente el análisis crítico-situacional de las energías renovables en Colombia, pero además proponemos un bosquejo de lo que serían estrategias y rutas para corregir precisamente aquellos aspectos considerados.

Al ser un trabajo de economía (eminentemente en políticas públicas) no es nuestra finalidad entrar en detalles técnicos o científicos del área de la ingeniería. Tampoco es un estudio de viabilidad, ni un plan para lograr objetivos cuantificables, simplemente queremos agrupar nuestras ideas dentro de un plan (que a la luz de la teoría económica y de la revisión hecha) tenga coherencia.

Este plan propuesto* lo hemos denominado “Colegios Solares en Colombia 2025” y será el aparte 8.3 de este documento más adelante.

La única manera de llegar a alguna parte en la implementación de una política pública es conciliando el ejercicio de la política con la efectiva ejecución institucional de la política pública.

Para ello la educación (en una democracia moderna, participativa e incluyente, cuidadora del medio ambiente) debe ser un fin primario de todos los colegios.

Siendo así, nuestra estrategia se desprende en dos elementos, el primero es la vinculación institucional de los colegios tanto públicos como privados en programas pilotos de reconversión energética (a solar fotovoltaica); y segundo, la creación de contenidos curriculares que aborden todos los temas pertinentes al campo de este desarrollo tecnológico.

Para lograr una efectiva vinculación de estas instituciones proponemos planes de acción transversales donde se integren las siguientes instancias y entidades:

DNP – Departamento Nacional de Planeación

MEN – Ministerio de Educación Nacional

MME – Ministerio de Minas y Energía

UPME – Unidad de Planeación Minero-Energética

Secretarías de Educación – A nivel Departamental y Municipal

Secretarías de Infraestructura – A nivel Departamental y Municipal

DIAN – Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

Secretarías de Hacienda – A nivel Departamental y Municipal

Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos

Oficinas de Catastro

JAC – Juntas de Acción Comunal

Cabildos y Resguardos

Cámaras de Comercio

COLCIENCIAS – Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología

Universidades, SENA y centros de investigación

Empresas prestadoras del servicio de Energía

8.1.1 Estímulos a la creación de empresas relacionadas con el sector de las E.E.R.R y su vinculación con el sector educativo. La mayoría de los colegios públicos tienen problemas presupuestales, a la vez que la mayoría de los colegios privados no ven atractivo invertir en energía solar. Según los expertos, la falta de empresas con una buena oferta de productos y servicios hace que estos potenciales usuarios vean esta tecnología con recelo. Las pocas empresas que hay ofrecen sus productos a muy altos precios y con procedimientos poco adecuados a la realidad nacional.

Pensando en esto, la estrategia de facilitar la creación de empresas en este ramo, desde las instancias de las cámaras de comercio, fondos de emprendimiento, la misma academia y las alcaldías municipales, es muy importante.

8.1.2 Sobre la valorización de los inmuebles que instalen sistemas de E.E.R.R. Hay que conscientizar, no solo al ciudadano o al rector del colegio, sino también a las alcaldías y entidades de catastro sobre lo favorable que es la independencia energética y su impacto ambiental. El uso de la energía solar ofrece un enorme costo de oportunidad que redundaría en la valorización de un inmueble (incluidos los colegios), ya que haría de los inmuebles entidades autónomas energéticamente. Un plus en el mercado. En cuanto a los bienes públicos, es aún más importante que sean autónomos energéticamente, porque a la postre esto implicaría menos costos para su funcionamiento, y por ende, menos impuestos.

8.2 Consideraciones de política y regulación.

8.2.1 Reglamentación de tarifas y precios de energía para sistemas de EE.RR. Una gran desventaja competitiva de la energía solar frente al actual sistema interconectado nacional es que no existe una reglamentación de las tarifas de estos sistemas para que se puedan interconectar con el sistema actual. En otras palabras, se debe incentivar al mercado, para que obteniendo unos menores costos ambientales y económicos por el uso de energía solar, incluya dentro de la matriz energética a la energía solar como otra fuente de alimentación.

Los colegios en este punto (como se vio en los casos ejemplos de Chile y Uruguay) han demostrado ser un buen punto de partida para interconectar los sistemas eléctricos, ya que sus grandes superficies y su alto consumo de energía los hacen idóneos para implementar la energía

solar. Además del impacto social y económico en las comunidades que mencionamos anteriormente.

8.2.2 La energía firme y el cargo por confiabilidad. Como lo mencionábamos en el capítulo 6, un gran problema está en la concepción misma de las regulaciones y fórmulas de precios en el sistema interconectado nacional (SNI).

En el actual código de redes no existe una metodología para estimar la energía firme y el cargo por confiabilidad para las fuentes de EE.RR. Es decir sólo existen metodologías para las generaciones hidráulicas y térmicas (carbón). Siendo así, es urgente que desde la academia, o el ministerio de minas, se elaboren las metodologías para calcular la energía firme y el cargo por confiabilidad para los sistemas eólicos, solares, de biocombustible, o mixtos; y de esa manera tener las bases de un mercado de EE.RR que pueda ser regulado.

La variabilidad en la radiación solar y en régimen de vientos hace que se deban calcular diferentes potenciales y promedios para la energía firme en las distintas temporadas del año. Actualmente, se manejan promedios en el SIN, lo que ha llevado a que las plantas ineficientes sean premiadas con subsidios y las eficientes castigadas con el pago de precios inferiores. Así, para no repetir estos errores del actual SIN, se plantea eliminar los promedios anuales y generar unos estacionales.

8.2.3 Producción y Comercialización de elementos constitutivos de los sistemas de EE.RR. Aunque la legislación actual contempla algunas exenciones tributarias, como tarifas de IVA preferencial y bondades aduaneras, a juicio del experto esto no es suficiente. Hay algunos componentes de última tecnología que es imposible producir en el país aún en el mediano plazo, su importación es inevitable.

Pero si se desea ir más allá y robustecer la política en EE.RR, completar el ciclo económico y productivo de las EE.RR sería lo ideal. Es decir, articular la academia, el sector privado y la institucionalidad para incentivar la fabricación y mejoramiento de todos los componentes de un sistema de EE.RR. No requerir importaciones completaría el ciclo de autonomía energética que llevaría a un notable bienestar social.

*Para mayor claridad se anexa un extracto del análisis hecho por la UPME al cargo por confiabilidad, dado en la resolución CREG 071 de 2006. Ver Anexo 1.

8.3 Plan propuesto*: “Colegios solares en Colombia 2025”.

Como todos los planes requiere un plazo como meta, al igual que la delimitación geográfica. Considerando las experiencia de Chile y Uruguay nos parece plausible este plazo de 10 años para lograr una penetración de al menos un colegio solar en cada municipio del país.

- a) Este plan incluiría la estructuración financiera, logística y burocrática. Aquí entrarían a participar en primera instancia el DNP en el diseño como tal. Seguidamente el MEN y las Secretarías de Educación e Infraestructura crearían y adoptarían las estrategias necesarias para aterrizar este diseño institucional.
- b) Ahora bien, se requeriría poner a funcionar los incentivos necesarios para motivar tanto a los colegios como a la empresa privada a que entren a participar en este plan de acción. Para lograr lo anterior es indispensable la conjunción de la DIAN, Secretarías de Hacienda e Infraestructura, Oficinas de Registro y de Catastro.

Es necesario que la DIAN adopte eficientemente, de la mano con las secretarías de educación la Ley 788/02 que en su artículo 18°, (tal como lo referenciamos en el aparte de legislación): “exime del impuesto a la renta a aquellas ventas de energía con fuentes renovables, durante quince años, siempre y cuando se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kioto, los cuales generan ingresos a los empresarios. El 50% de estos ingresos tiene que destinarse a programas de beneficio social para gozar de la exención del impuesto. Igualmente se exime del pago de IVA a la importación de maquinaria y equipos que se destinen a actividades que puedan emitir bonos o certificados de emisión de carbono, o de reducción de los GEI.”

- c) Igualmente, se requiere que las secretarías de infraestructura, las oficinas de catastro y la misma DIAN se articulen para llevar a cabo el que fuera el proyecto de ley (09 de 2012 senado). Para que eventualmente, cuando sea aprobado en nuevas legislaturas, (y como lo citamos en el aparte de legislación) sirva para “incentivar la construcción de **viviendas (y colegios)** en las que se implementen paneles solares y paneles fotovoltaicos, se autoriza al Gobierno para que determine **el porcentaje del IVA que se devolverá** a las constructoras por la adquisición de paneles solares y paneles fotovoltaicos o por la adquisición de materiales para la fabricación de estos.”

- d) Una vez esté completo el diseño y funcionando el marco institucional, se pasaría a la etapa de ejecución del plan, para lo cual, se requeriría el concurso de la UPME, Universidades, SENA, JAC y Cabildos, secretarías de infraestructura y de hacienda. Se adoptaría el conocimiento científico y técnico de la UPME, Universidades y SENA para la instalación de los primeros módulos en los primeros colegios, ya que una vez puesta en marcha las consabidas cátedras se irán replicando en los procesos de instalación y mantenimiento por parte de las mismas comunidades, empresa privada y estudiantes de los colegios.
- e) Pasando luego a los contenidos curriculares (una vez diseñados y reglamentados por el MEN) vendría la etapa de capacitación de los docentes en energías renovables, lo cual se haría por medio de alianzas estratégicas con universidades, COLCIENCIAS, SENA y centros de investigación.
- f) Una vez capacitados los docentes se empezarían a dictar las cátedras de energías renovables, las cuales deberían abordar la necesidad económica y medioambiental de conocerlas e implementarlas; los conocimientos técnicos básicos para hacerles mantenimiento, y finalmente una sensibilización cívica del porque son importantes para la sociedad.
- g) Como mencionamos anteriormente, una vez se realice este proceso en los primeros colegios, será cuestión de que las JAC, Cabildos y comunidades educativas multipliquen este proceso por iniciativa propia retroalimentando así la iniciativa gubernamental.

9. Conclusiones

A manera de conclusión de este trabajo de grado se puede decir, para comenzar, que para lograr popularizar el uso de la energía fotovoltaica, en los colegios de Colombia, se deben considerar tanto el marco de política pública adecuado como las estrategias consecuentes con él.

Se deben crear efectivos canales de acceso para financiación, y fondos para la construcción y mantenimiento de los sistemas solares. Este acceso ha resultado muy difícil y va en contravía con la política pública en energía donde se establece el apoyo económico para orientar la construcción de sistemas generadores de energía.

Los modelos y medios de financiación son muy importantes en este campo, ya que la banca de primer y segundo nivel no lo hace fácil para las personas naturales, jurídicas, y aun municipios o colegios, que deseen realizar proyectos de energía fotovoltaica impulsados eventualmente por la reciente legislación del gobierno en energías limpias.

En Colombia no existe una normatividad estandarizada para el diseño de sistemas de generación, distribución y consumo de energías limpias, y especialmente se hace necesario incursionar en lo relacionado a los módulos fotovoltaicos como pilotos del auto-abastecimiento energético de los colegios en Colombia.

Son muy pocas las instituciones educativas que tienen un sistema generador de energía fotovoltaica, y menos aun las que involucran a los estudiantes en los procesos de innovación e integración. Esto refleja el gran desconocimiento de todos los estamentos educativos en el tema, lo cual redundará en una inexistente conciencia sobre las energías limpias y sus impactos económicos, ambientales y sociales.

10. Recomendaciones

Como aporte teórico y crítico de este trabajo de grado planteamos algunas recomendaciones, ya sea en forma de nuevas estrategias, como también de nuevos enfoques dentro de las políticas existentes en energías limpias y en educación en general.

Primeramente, se propone diseñar canales de accesos fáciles y expeditos a los fondos destinados por ley a la producción de energías limpias (entre ellos FONAGE) para la construcción y mantenimiento de sistemas solares. Una vez articulados los agentes bancarios con los fondos se requiere idear productos financieros, idóneos, para que las personas naturales, jurídicas, municipios y colegios puedan construir y mantener sistemas solares. Considerando el sector público o privado se recurriría a la banca de primer o segundo nivel, según sea el caso.

En el terreno educativo es indispensable vincular a la academia con los procesos investigativos, normativos y formativos que involucran los sistemas de energía eléctrica solar. En primer término la concepción y estandarización de normas necesarias para todo el proceso de un sistema solar, desde el cálculo de la demanda energética, pasando por el diseño, la construcción y el mantenimiento de los mismos.

Esta normatividad debe ser proyectada a todos los agentes de la sociedad que intervendrán en la implementación de estas fuentes renovables, lo cual nos lleva a la necesaria creación de programas de capacitación para el personal técnico de instalación y mantenimiento, concebidos e impartidos desde los colegios de las comunidades beneficiarias. Todo este esfuerzo pedagógico debe tener un seguimiento y cualificación periódica por parte del MEN, y las secretarías de educación, a los programas de capacitación. Al haber articulación la política pública de esta manera comunidad se logrará una efectiva concientización, como eje transversal en la formación en los colegios del país.

Se requiere el concurso de las superintendencias de servicios públicos, de industria y comercio y la DIAN para avanzar en una regulación confiable, y consensuada, sobre los cargos por confiabilidad y de energía fuerte en los sistemas de generación de energías renovables autónomos. Así mismo, determinar la forma en que se harían las revisiones técnicas y de seguridad periódica de los sistemas instalados para así garantizar su eficiencia.

Por otro lado pero paralelamente, se deben crear alianzas transversales entre la DIAN, las alcaldías, las curadurías, catastros y cámaras de comercio para materializar los estímulos

institucionales y tributarios para la creación de empresas de energías limpias (solar). Concretamente, llegar a cambios en los modelos de valorización catastral para que el sector constructor se motive a invertir en estos sistemas (ya sea en la construcción de colegios públicos como privados).

Finalmente planteamos utilizar a los colegios como ejemplos pilotos (y agentes centrales multiplicadores) en la implementación de sistemas eléctricos mixtos, que contribuyan a la modernización de la interconexión eléctrica nacional, y hagan de esta una red más limpia y sostenible.

Referencias

- Aguilar, L. (Ed.). El Estudio de las Políticas... México, Miguel Ángel Porrúa. p 119
- Álvarez Chain, C. Proyecto de grado, Planificación energética caso colombiano, 2009, Resumen ejecutivo, pág. 5.
- Anderson, J. (1990). Public policymaking. Boston, Houghton Mif
- Banco Mundial. (2012). Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries/-XS-CO-UY?display=graph>
- Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia. 1992. Bogotá. INEA.
- Betancur, L.I. (2009). Energías renovables: marco jurídico en Colombia, Revista Perspectiva, 21 ed. Colombia.
- Cadena del Petróleo 2009. Colombia. UPME.
- Cep. (s.f.). Recuperado el 2 de Febrero de 2015, de Obtenido de http://www.redescepalcala.org/ciencias1/geologia/islandia/geologia.islandia_nesjavellir.htm
- Decreto 3686 de 2003. Presidencia de la República de Colombia.
- Decreto 2501 de 2007 del MME Presidencia de la República de Colombia.
- Díaz, A. (2007). Identificación y evaluación de un conjunto de medidas para incentivar la penetración de energía renovable en la generación de electricidad en Colombia”. Colombia. Universidad de los Andes.
- Díaz, J. (2008). Suelo Solar. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de De los sistemas fotovoltaicos: <http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=6702>
- División Político Administrativa y censal. Santiago de Chile. 2007. Institución Nacional de Estadística
- Dror, Y. (2000) «Prolegómenos para las ciencias de políticas».
- Duncan, Ph.D. (1996). The Olduvai Theory: Sliding Towards a Post-Industrial Stone Age, Institute on Energy and Man. USA.
- Energía Simple. Recuperado de <http://www.energiasimple.com/sistemas-autonomos/>

Estadísticas de Uso (2014), Recuperado de

<http://www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num7/art6.htm>

Expresión del Cambio Climático Global. República de Colombia, Ministerio del Interior y Medio Ambiente. Consultado 05 de feb de 2015. Ideam.

Formulación Plan de Desarrollo FNCE. Ministerio de Minas y Energía. Colombia. 2013. Corpoema

Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes no Convencionales de Energía en Colombia - Diagnostico de las FNC. Bogotá. 2010. Upme

Formulación De Un Plan De Desarrollo De Las Fuentes No Convencionales De Energía En Colombia. Pág. 73. Pub Dic 30 de 2010. Consultado 05 de Febrero de 2015. Upme.

Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Situación y Propuesta de Políticas. 2014. Cepal Onu.

Gonzalez M.T. (2006). El estudio de las políticas públicas: un acercamiento a la disciplina, Universidad Autónoma de Chihuahua. México.

Grau M., Mateos A. (2002). El Análisis De Las Políticas Públicas. Brasil. Tirant lo Blanch.

Guía De Lineamientos Generales Para La Gestión Ambiental. 2012. Ministerio Del Interior de Colombia

Guzman, P. P. (2011). Impacto Económico Y Social De Energía Solar Fotovoltaica Residencial En El Norte De Chile. Santiago de Chile.

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no

Interconectadas (2014). Recuperado de <http://www.ipse.gov.co/ipseactual2013/>

Introducción a la Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Recuperado el 5 de Febrero de 2015, de

<http://www.endesa.cl/ES/NUESTROCOMPROMISO/PUBLICACIONESEINFORMES/Documentos/Libro%20ERNC%20versi%C3%B3n%20de%20impresión.pdf>. Endesa.

Jara, W. (2006). Introducción a las Energías Renovables no Convencionales (ERNC). Engesa. Chile.

Las Licencias Ambientales Y Su Proceso De Reglamentación En Colombia, 2011. Foro Nacional Ambiental.

Laswell, H. ([1951] 2000) «La orientación hacia las políticas». Aguilar, L. (Ed.). El Estudio de las Políticas Públicas. México, Miguel Ángel Porrúa. P 79

- Leiva-Seguel, E. (2009). Energía Rural Renovable: Alternativa de abastecimiento en sectores aislados de Magallanes. Recuperado el 4 de Febrero de 2015, de http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/leiva_seguel_2009.pdf
- Ley 697 de 2001. Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se promueve la utilización de energías alternativas. Congreso de Colombia. 10 de octubre de 2010.
- Ley 629 de 2000. Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático". Congreso de Colombia. 27 de diciembre de 2000.
- Ley 115 de 1994. Ley General de Educación. Congreso de Colombia. 8 de febrero de 1994.
- Ley 788 de 2002. Normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial. Congreso de Colombia. 07 de diciembre de 2002.
- Ley 09 de 2012. Normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública. Congreso de Colombia. 10 de enero de 2012.
- Ley 697 de 2001. Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional. Congreso de Colombia.
- Ley 1715 de 2014. Integración de las Energías Renovables no Convencionales al Sistema Energético Nacional. Congreso de Colombia. 21 de mayo de 2014.
- Los Glaciares Colombianos, Expresión del Cambio Climático Global. Bogotá. (2015). Ministerio del Medio Ambiente.
- Marco Ambiental. Resolución 18-019 de 2010. Ministerio de Minas y Energía de Colombia (2014). Recuperado de <http://www.minminas.gov.co/mme/>
- Mead, L. (1995). «Public policy: Vision, potentials, limits.» *Policy Currents*. (February of 1995): p 1
- Mentes en Movimiento. (9 de Julio de 2012). IO VLOG Recuperado el 6 de Febrero de 2015, Bioclimax <http://bioclimax.net/vlog/2012/07/09/que-energia-renovable-puedo-instalar-en-casa-iii-paneles-fotovoltaicos/>
- Meny, I. Y Thoening, J. (2). Las políticas públicas. Barcelona, Ariel.
- Miñaro, J. (2015). Recuperado el 31 de 01 de 2015, de http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/hidraulica.htm

Plan de Acción Indicativo 2010 – 2015 para desarrollar el Programa de Uso Eficiente y Racional de la Energía y demás formas de energía No convencionales – PROURE. Resolución 18-019 de 2010. Ministerio del Medio Ambiente.

Murcia, H. R. (2015). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería*, 84.

Nelson, B. (2001). «*Políticas públicas y administración: Una visión general.*» En Goodin, R. y Klingemann, H. (Eds.). *Nuevo Manual de Ciencia Política. Tomo II. Madrid, Istmo. P* 795.

Ortiz R.A. , Gonzalez D, Griega Mejía, Vega C. Proyecto de Grado, Energía Renovable En Colombia, 2008.

Palomar, J. (2009). *Revistadyna.com*. Recuperado el 7 de Febrero de 2015, de <http://www.revistadyna.com/Recursos/Controles/descarga.aspx?IdDocumento=2524&Tipo=1&CodIdioma=&IdWeb=e8d948e0-b75e-4537-8e16-687622b6b7ce>

Población, País y Regiones. Santiago de Chile. 2014. Institución Nacional de Estadística
Política Energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la Crisis Energética en Oportunidad. 2008. Chile. CNE.

Programa De Uso Racional Y Eficiente De Energía Y Fuentes No Convencionales – PROURE
Plan de Acción 2010 – 2015, 2010, Enfoque, pág. 14. MME.

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –RETILAP- y se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas. Resolución 18 0540 de 2010. Ministerio del Medio Ambiente.

Renewables 2013: Global Status Report. 2013. UN – R21.

Resolución 182544 de 29 de diciembre de 2010 y Resolución 180173 de 14 de febrero de 2011, modifican parcialmente la Resolución 180540 de 2010. Ministerio del Medio Ambiente.

Resolución No. 180540 de Marzo 30 de 2010, modifica la Resolución 181331 de 6 agosto de 2009. Ministerio del Medio Ambiente.

Rueda, E. A. (18 de Noviembre de 2012). *Vanguardia Liberal*.

- Seneca, Prepper Olduvai. (10 de Diciembre de 2013). Prepper Olduvai Seneca. Recuperado el 15 de febrero de 2015, de <http://preppersolduvai.blogspot.com/2014/10/teoria-de-olduvai.html>
- Somit, A. y Tanenhaus, J. (1967). The development of American political science. Boston, Allyn and Bacon.
- The Olduvay Theory (1996). Recuperado de <http://www.dieoff.org/page125.htm>
- Thoenig, J. (1997). «Política pública y acción pública.» Revista de Gestión y Política Pública. México, CIDE.
- Tirapegui, W. J. (2006). Introducción a las energías renovables no convencionales (ERNCC). Bogotá: Endesa.
- Trade Forex Exchange Index web Page. Recuperado de: <http://www.xm.com>
- Uruguay presenta una de las tasas de analfabetismo más bajas del mundo. 3 de Julio de 2014. La Red 21.
- Uso racional y eficiente de energía eléctrica a aplicar en los productos utilizados en la transformación de energía eléctrica. Decreto 2501 de 2007. Ministerio del Medio Ambiente.
- Utilización o sustitución en los edificios, cuyos usuarios sean entidades oficiales de cualquier orden, de todas las bombillas incandescentes por bombillas ahorradoras de energía, específicamente Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) de alta eficiencia. Decreto 2331 de 2007. Ministerio del Medio Ambiente.

Apéndice A. Análisis UPME: El Cargo por Confiabilidad regulado mediante la Resolución CREG 071 de 2006.

“...Se debe tener en cuenta que la valoración de la confiabilidad de las plantas hidroeléctricas de más de 20 MW se hace con base en las series históricas de las hidrologías y por tanto no toma en cuenta el potencial impacto del Cambio Climático en la reducción de los aportes en el futuro. El nivel de incertidumbre para la valoración de estos impactos, no solamente sobre la generación hidroeléctrica sino también sobre las FNCE, se aborda en el capítulo de aspectos ambientales, ya que se trata de un elemento clave de cuya instrumentación depende la valoración de la contribución de determinadas FNCE a la mitigación de los riesgos del Cambio Climático.”

“...Sin embargo, también se deben tomar en cuenta el CC con el fin de prever los impactos sobre el clima y tomar las decisiones de ajuste para enfrentarlo en los diferentes campos de la economía y de la vida humana. La identificación de los objetivos de política para las FNCE debe realizarse a partir de un diagnóstico alrededor de las principales variables sobre las cuales se desea actuar con el fin de valorar sus implicaciones, las medidas que se podrían tomar, sus beneficios y costos. Dado que se trata de un proceso complejo en el tiempo, el diagnóstico y la planeación en sí mismas deben ser dinámicas y progresivas.”

“En este sentido, la valoración del aporte a la confiabilidad de las FNCE, especialmente las tecnologías diferentes a las PCH's a las cuales no aplica el Cargo por Confiabilidad como se explica adelante, o la valoración a la reducción de la vulnerabilidad frente al Cambio Climático, requiere de una revisión del concepto de confiabilidad, o al menos, de la complementación con un criterio de vulnerabilidad construido bajo el escenario del Cambio Climático”