

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Integración de la Energía Solar en la Planificación Urbana de Pereira Risaralda

Francy Marcela Linares Pachón  
Diana Marcela Mena Acevedo

Asesor

Pablo Fernando Sanchez Osorio

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Nota del autor

Francy Marcela Linares Pachón, Diana Marcela Mena Acevedo, Especialización en Gestión de Proyectos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

La información concerniente a este documento deberá ser enviada a la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Programas de Postgrado, Especialización en Gestión de Proyectos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Campus Eje Cafetero Sede Millán Dosquebradas Risaralda. E-mail:  
francymarcelalinaresp@gmail.com;dima2025@yahoo.es

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### Contenido

Lista de ilustraciones .....	5
Lista de figuras.....	5
Introducción.....	6
Integración de la energía solar en la Planificación urbana de Pereira- Risaralda.....	7
1.1 Problema de investigación .....	7
1.2 Planteamiento del problema.....	8
1.3 Descripción del problema.....	9
1.4 Modalidades de solución al problema .....	10
1.5 Pregunta de investigación .....	10
1.6 Formulación del problema .....	10
Objetivos de la investigación .....	11
2.1 Objetivo general .....	11
2.2 Objetivos específicos .....	11
3. Justificación del estudio.....	12
4. Limitaciones de la investigación.....	14
5. Propuesta de cronograma .....	14
Marco Teórico.....	16
6.1 Antecedentes de estudio .....	16
6.1.1 Panorama energético internacional.....	17
6.1.2 Panorama energético en Colombia.....	19
6.1.3 cambio climático .....	21
6.2 Bases teóricas .....	23
6.2.1 Retos de las energías Renovables. ....	23
6.3 Definición de conceptos.....	30
6.3.1 Energía.....	30
6.3.2 Formas de Energía.....	30
6.3.3 Energía térmica .....	31
6.3.4 Energía Eléctrica.....	31
6.3.5 Energía radiante.....	31

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

6.3.6 Energía Química.....	31
6.3.7 Energía Nuclear.....	31
6.3.8 Energías Renovables.....	32
6.3.9 Características.....	32
6.3.10 Energía solar para la generación de electricidad. ....	34
6.4.1.1 Sistemas fotovoltaicos autónomos.....	38
6.4.1.2 Sistemas de electrificación.....	39
6.4.1.3 Sistemas profesionales.....	40
6.4.1.4 Sistemas de Navegación.....	40
6.4.1.5 Sistemas Fovovoltaicos conectados a la red.....	41
6.4.2 Aplicaciones.....	42
6.4.3 Beneficios de la energía solar fotovoltaica.....	42
6.4.4 Tipos de Celdas Fovovoltaica.....	44
6.5 Costo de implementar energía solar.....	50
6.5.1 Sistema Autónomo – Off Grid.....	50
6.5.2 Costo de Implementar Energía solar por unidad de vivienda con un consumo mensual promedio de 147 kWh:.....	52
6.5.3 Sistemas Fovovoltaicos conectados a la red – On Grid.....	54
6.6 Formulación de la Hipótesis.....	54
Marco metodológico.....	55
7.1 Tipo de Investigación.....	55
7.2 Descripción del ámbito de investigación.....	55
7.3 Definición de la población y muestra a utilizar.....	55
7.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	58
7.4.1 Formato de la encuesta.....	59
INTEGRACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE PEREIRA - RISARALDA.....	59
7.4.2 Resultado encuestas.....	61
7.4.2.1.2 En cuanto tiempo se recuperaría la inversión teniendo en cuenta el consumo actual:.....	69
7.4.2.1.3 Como se calcula su costo.....	69
7.5 Entrevista Constructora.....	72
Desarrollo del proyecto de investigación.....	73
8.1 Línea de tiempo.....	73
8.2 Cronograma de actividades.....	73

ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO	4
8.3 Recursos necesarios.....	74
8.4 Resultados esperados .....	75
Conclusiones .....	76
Recomendaciones .....	79
Referencias bibliográficas.....	80

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1	Árbol del problema para la descripción del problema.....	9
Ilustración 2.	Árbol del problema indicando las modalidades de la solución al problema.....	10
Ilustración 3	Línea de tiempo.....	14
Ilustración 4	Cronograma .....	15
Ilustración 5	Panel solar básico.....	67
Ilustración 6	Tipos de tamaño de paneles .....	71
Ilustración 7	Línea de tiempo.....	73
Ilustración 8	Cronograma .....	73

## Lista de figuras

Figura 1	Sistema fotovoltaico .....	36
Figura 2	Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.....	38
Figura 3	Estructura básica de un sistema fotovoltaico autónomo .....	39
Figura 4	Sistemas solares autónomos.....	41
Figura 5	Sistema voltaico conectado a la red.....	42
Figura 6	Células fotovoltaicas.....	43
Figura 7	Célula solar Monocristalina .....	44
Figura 8	Células solares policristalinas. ....	45
Figura 9	Célula solar Capa fina.....	46
Figura 10	Células solares Concentración fotovoltaica .....	46
Figura 11	Celdas Flexibles.....	47
Figura 12	Célula solar Transparente.....	47
Figura 13	Celdas orgánicas.....	48
Figura 14	Celdas de concentración.....	49
Figura 15	Paneles de células tándem.....	49
Figura 16	Atlas de radiación solar Colombia.....	50
Figura 17	Atlas de radiación solar Colombia. IDEAM .....	50
Figura 18	Sistema Autónomo – Off Grid .....	51
Figura 19	Modelo de solución a instalar.....	52
Figura 20	Fotografía 1 Mirador de llano grande .....	56
Figura 21	Fotografía 2 Mirador de Llano Grande.....	56
Figura 22	Fotografía aérea Mirador de Llano Grande.....	57
Figura 23	Ubicación Mirador de Llano Grande .....	57
Figura 24	Mirador de Llano grande sobre planos .....	58

## Introducción

El uso de las fuentes renovables no convencionales es una alternativa para la solución de los problemas de abastecimiento de energía eléctrica a nivel mundial que sumado a los esfuerzos del Gobierno de Colombia en su integración en la matriz energética del país y al interés global en la problemática ambiental debido al cambio climático ocasionado por el efecto invernadero, en donde se han realizado compromisos para disminuir los daños ocasionados al ambiente por las actividades realizadas por el hombre, el presente trabajo tiene como finalidad investigar por qué la población de los usuarios de los estratos 1 y 2 del Municipio de Pereira no han implementado en sus hogares el servicio de energía eléctrica a través del sistema solar fotovoltaico, para lo cual se realizaron encuestas a los usuarios del Conjunto Residencial Mirador de Llano, el cual consta de 1300 apartamentos siendo una de las unidades residenciales de estrato 2 con más unidades de vivienda del Municipio de Pereira; y entrevistas a la constructora GIBEA S.A.S y a un funcionario de la Empresa de Energía de Pereira, que nos permitieron identificar las razones por la cual este sistema no ha sido implementado en estos estratos socioeconómicos.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### Integración de la energía solar en la Planificación urbana de Pereira-Risaralda.

#### 1.1 Problema de investigación

Pereira es la capital del departamento de Risaralda y se encuentra localizada en la región occidental de Colombia, cuenta con una población a 2016 de 472000 habitantes y con una extensión de 702 Km<sup>2</sup>, del cual el 95,5% del territorio corresponde a la zona rural y el 4,5% a zona urbana.

Al igual que la tendencia mundial la concentración de la población se encuentra en la zona urbana con un 84,4% y un 15,6 en la zona rural, mostrando una tendencia al crecimiento de la población en la zona urbana, debido a la migración de las personas del campo hacia la ciudad motivados por la falta de oportunidades laborales y educativas y a un difícil acceso a la salud y servicios públicos (Pereira, 2017).

En la actualidad Colombia enfrenta dificultades de suministro eléctrico debido a la sequía generada por el fenómeno del niño, en donde se evidencia una dependencia a la energía hidroeléctrica, lo que se convierte en una limitación de los recursos, sumado al apresurado crecimiento de la población en la zona urbana, lo que conlleva a que la demanda de estos recursos cada vez sea mayor, generando problemas ambientales, sociales y económicos por lo que es necesario buscar nuevas alternativas para abastecer de demanda del recurso energético en el Municipio de Pereira, para lograr garantizar el bienestar social y económico de sus habitantes de manera ambientalmente aceptable, con el fin de equilibrar la concentración de gases efecto invernadero en la atmosfera.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

### 1.2 Planteamiento del problema

Con el fin de mitigar los efectos negativos del Cambio climático, generados por las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual se ha venido reflejando en el aumento de temperatura, incremento del nivel del mar y disminución de las precipitaciones, generando impactos negativos en el medio ambiente, sociales y económico; con el acuerdo para el cambio climático en la cumbre de París en 2015, evidenciaron que el desarrollo económico debe migrar hacia las energías renovables, con el fin de no continuar dependiendo de los combustibles fósiles como el carbón, petróleo o gas natural, con el fin de asegurar la diversificación del abastecimiento energético, la protección del medio ambiente y el uso eficiente de la energía.

Colombia al ser la fuente principal del suministro de energía eléctrica; la energía hidráulica con fenómenos climáticos como el niño y teniendo en cuenta lo informado por el Estudio Nacional del agua indica, que para 2019, 391 municipios se encuentran propensos a sufrir desabastecimiento de agua, con los embalses a un 68.58% de su capacidad, lo cual puede afectar la disponibilidad del servicio, adicional a ello se evidencia un aumento demográfico en la zona urbana lo que requiere de nuevas fuentes de energía para soportar la demanda energética.

Cómo alternativa de solución se encuentra el uso y aplicación de energías renovables que son recursos energéticos obtenidos por procesos naturales, que son prácticamente inagotables y de alta disponibilidad, como lo es la energía solar que es aquella que se obtiene del sol y consiste en la captación de la luz del sol a través de paneles solares la cual incidiría sobre una célula fotovoltaica que aprovecha las propiedades del silicio para generar una corriente eléctrica que produce energía eléctrica directamente, que puede ser almacenada o integrada a la red eléctrica, puede ser utilizada en edificaciones de la zona urbana y rural, y la ventaja de esta



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

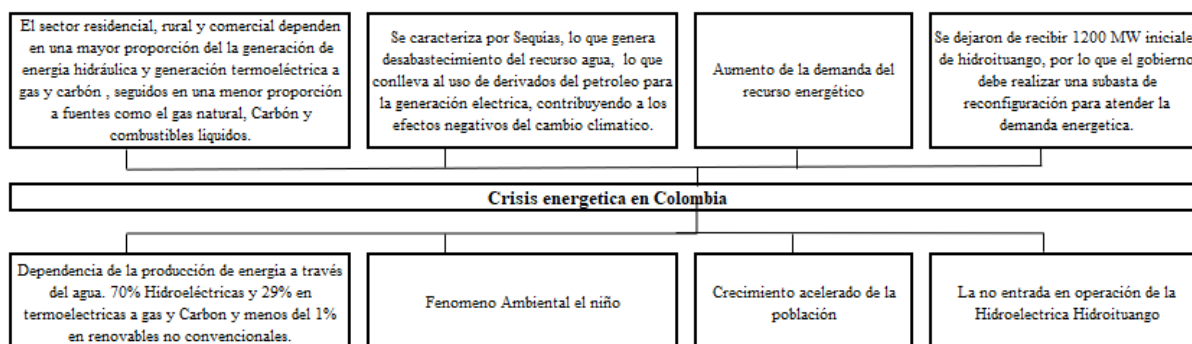
energía es que es totalmente renovable ya que solo depende de la radiación del sol .(Factor Energía, 2016).

Con la resolución 0549 de 2015 del ministerio de vivienda reglamenta la construcción sostenible con el ahorro de agua y energía en las edificaciones, con lo cual reducirá la polución a través de la selección de materiales con bajas emisiones, con acceso a la luz solar, niveles de iluminación y el control adecuado de la luz, garantizando un ambiente interior que generen condiciones adecuadas para la calidad de vida y salud de sus habitantes; por lo cual se debe incluir en el diseño sostenible de las viviendas de interés prioritario y social, la eficiencia en el diseño, eficiencia energética, uso eficiente de agua, uso de materiales eficientes, calidad ambiental interior, control de los desperdicios. Teniendo en cuenta que, con el uso de energías renovables como el sol, permite la reducción de los costos de energía.

### 1.3 Descripción del problema

#### Ilustración 1

Árbol del problema para la descripción del problema



1

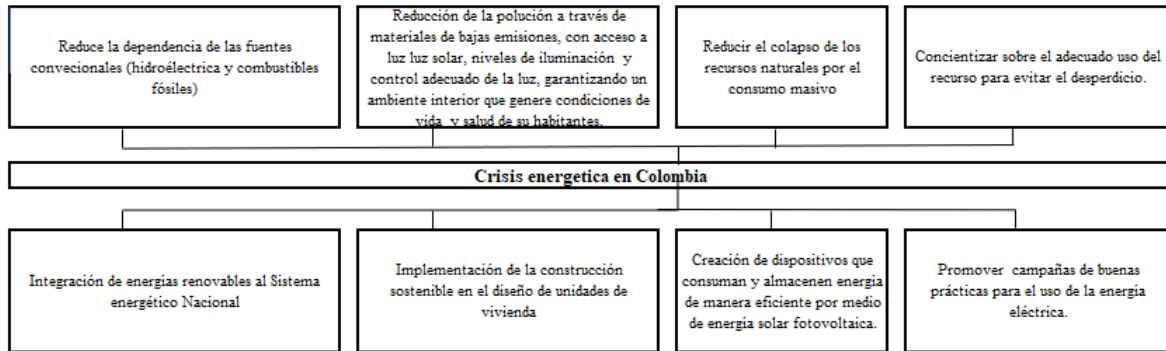
<sup>1</sup> Fuente. Elaboración propia.

ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

1.4 Modalidades de solución al problema

Ilustración 2.

Árbol del problema indicando las modalidades de la solución al problema



2

1.5 Pregunta de investigación

¿Por qué los usuarios de los estratos 1 y 2 del Municipio de Pereira no implementan la energía solar fotovoltaica como fuente de energía eléctrica en sus hogares?

1.6 Formulación del problema

¿Cuáles son los beneficios de la integración de la energía solar en la planificación urbana de Pereira en los estratos socioeconómicos 1 y 2?

<sup>2</sup> Fuente. Elaboración propia.

## Objetivos de la investigación

### 2.1 Objetivo general

Identificar las ventajas y desventajas de aplicación de la energía solar fotovoltaica en edificaciones de la zona urbana y su contribución al mejoramiento de la calidad de vida de la población impactada

### 2.2 Objetivos específicos

- Definir las principales características de la energía solar para el abastecimiento de la zona urbana.
- Identificar las limitaciones que afectan la inclusión de la energía solar en la construcción sostenible en los proyectos urbanísticos residenciales.
- Evidenciar que tan viable es cambiar de energía convencional a energía solar fotovoltaica.
- Evidenciar si las personas que van a ser foco e insumo de esta investigación están dispuesta a realizar el cambio de energía convencional a energía solar fotovoltaica
- Identificar los pros y los contras de tener energía solar fotovoltaica en las viviendas.

### 3. Justificación del estudio

Las energías alternativas renovables son sinónimo de energía limpia, energía verde, las cuales provienen de recursos naturales y de fuentes inagotables y que al generarlas no producen contaminantes que afecten el medio ambiente. (Factor Energía, 2016).

En este proyecto de investigación se pretende dar a conocer los beneficios de la integración de la energía solar a la red eléctrica desde la construcción sostenible, generando impactos positivos en el medio ambiente, social y económico; con el fin de garantizar el suministro de energía de forma constante a la población de Pereira que se encuentra en continuo crecimiento.

Adicionalmente debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Colombia por su ubicación geográfica cuenta con las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la energía solar, adicional que reduce a cero las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera lo que genera un impacto positivo al ambiente y los paneles tienen una vida útil de entre 25 y 30 años.

La ley establece los incentivos para las empresas que trabajen en investigación y a través del decreto 2143 de 2015 reglamenta el procedimiento para acceder a los beneficios, tales como reducción hasta de un 50% del impuesto de renta, la exclusión de bienes y servicios de IVA, excepción de pago de los derechos arancelarios de maquinaria, con el propósito de que se implementen energías renovables y diversificar el sistema eléctrico del país.

También se cuenta con la aplicación de la ley 1715 de 2014 el Gobierno Nacional regula la integración de energías renovables no convencionales al sistema energético nacional a través de

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

incentivos tributarios que permitirán recuperar la inversión en poco tiempo y específicamente en el artículo 19 habla del desarrollo de energía solar apoyados por los ministerios de Minas y Energía, Vivienda y Ambiente y Desarrollo Sostenible, fomentando el aprovechamiento del recurso solar en proyectos de urbanización, edificaciones oficiales, sectores Industrial, residencial y comercial.

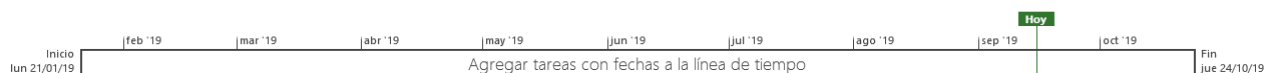
## 4. Limitaciones de la investigación

Quedan fuera de la cobertura de esta investigación los siguientes aspectos:

- Entrega de plan de Implementación de cualquier tipo de sistema de paneles de energía solar para unidades de viviendas las cuales son base para esta investigación.
- Propuestas de comercialización de paneles solares de cualquier compañía que este en el mercado
- Promesas de cambio a los habitantes de las unidades fuente de la investigación de energía convencional por energía solar.

## 5. Propuesta de cronograma

Ilustración 3  
*Línea de tiempo*



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Ilustración 4  
Cronograma

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Semestre 1, 2019												Semestre 2, 2019												Semestre 1, 2020												Semestre 2, 2020											
							F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1		<b>Proyecto de Investigación Energía Solar Fotovoltaica</b>	<b>199 días</b>	<b>lun 21/01/19</b>	<b>jue 24/10/19</b>	<b>66%</b>																																																
2	✓	<b>Aprobación proyecto</b>	<b>30 días</b>	<b>lun 21/01/19</b>	<b>vie 1/03/19</b>	<b>100%</b>																																																
3	✓	Entrega de propuesta a UNAD	1 día	lun 21/01/19	lun 21/01/19	100%																																																
4	✓	Respuesta de aprobación o cambio de proyecto	1 día	mar 22/01/19	mar 22/01/19	100%																																																
5	✓	Asignación asesor	1 día	lun 21/01/19	lun 21/01/19	100%																																																
6	✓	<b>Inicio de actividades</b>	<b>155 días</b>	<b>vie 22/03/19</b>	<b>jue 24/10/19</b>	<b>66%</b>																																																
7	✓	<b>Sesiones de trabajo con asesor iniciales</b>	<b>40 días</b>	<b>vie 22/03/19</b>	<b>jue 16/05/19</b>	<b>100%</b>																																																
8	✓	Sesión 1	1 día	vie 22/03/19	vie 22/03/19	100%																																																
9	✓	Entregable 1	1 día	vie 5/04/19	vie 5/04/19	100%																																																
10	✓	Revisión de entregable 1	1 día	lun 22/04/19	lun 22/04/19	100%																																																
11	✓	Diseño encuesta	11 días	lun 22/04/19	sáb 4/05/19	100%																																																
12	✓	Validación encuesta con asesor del proyecto y ajustes	1 día	mar 7/05/19	mar 7/05/19	100%																																																
13	✓	<b>Gestión de insumos Fase I</b>	<b>14 días</b>	<b>mié 8/05/19</b>	<b>dom 26/05/19</b>	<b>81%</b>																																																
14	✓	Selección unidad de vivienda a encuestar	30 días	mié 8/05/19	mar 18/06/19	100%																																																
15	✓	Ajustes encuesta	30 días	mié 8/05/19	mar 18/06/19	100%																																																
16	✓	Consolidación trabajo puntos a elaborar de la guía entregada por la UNAD	137 días	vie 22/03/19	lun 30/09/19	70%																																																
17	✓	Entrega cronograma ajustado versión 2	22 días	vie 16/08/19	dom 15/09/19	100%																																																
18	✓	Revisión encuesta ajustada por equipo de trabajo	1 día	sáb 14/09/19	sáb 14/09/19	100%																																																
19	✓	<b>Gestión de insumos Fase II</b>	<b>25 días</b>	<b>dom 1/09/19</b>	<b>dom 6/10/19</b>	<b>0%</b>																																																
20	✓	Desarrollo de las encuestas	20 días	dom 1/09/19	jue 26/09/19	0%																																																
21	✓	Tabulación de las encuestas	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																
22	✓	Análisis de la información	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																
23	✓	Informe resultados de la encuesta, incluir en trabajo	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																
24	✓	Conclusiones	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																
25	✓	<b>Gestión de insumos Fase III</b>	<b>14 días</b>	<b>dom 6/10/19</b>	<b>jue 24/10/19</b>	<b>0%</b>																																																
26	✓	Consolidación y revisión del trabajo	5 días	dom 6/10/19	jue 10/10/19	0%																																																
27	✓	Subir versión completa del proyecto a la plataforma	3 días	jue 10/10/19	sáb 12/10/19	0%																																																
28	✓	Revisión y ajustes asesor	7 días	dom 13/10/19	sáb 19/10/19	0%																																																
29	✓	Ajustes equipo en trabajo	3 días	dom 20/10/19	mar 22/10/19	0%																																																
30	✓	Subir versión final equipo de trabajo	2 días	mié 23/10/19	jue 24/10/19	0%																																																
31	✓	<b>Aprobación trabajo proyecto de investigación</b>	<b>5 días</b>			<b>0%</b>																																																
32	✓	Sustentación	1 día			0%																																																

## Marco Teórico

### 6.1 Antecedentes de estudio

El acceso sostenible y asequible a la energía es fundamental para el progreso de la sociedad, porque cuando un país se encuentra en proceso de modernización la industria es cada vez más dependiente de la energía, por ser esencial para el proceso productivo, por ello en la actualidad el sistema energético es una de las prioridades en la agenda política, económica, científica y social, con el fin de contribuir en el logro de los objetivos del milenio, formulados por las naciones unidas en el año 2000.

La población mundial se ha duplicado desde 1960 y se espera que sobrepase los 9.000 millones de personas en 2050, según las previsiones, el 99% de este crecimiento demográfico, así como el 50% del crecimiento urbano, se dará en países en desarrollo (Chu y Majumdar (2012); Curry y Pillay (2012)). De acuerdo con los datos facilitados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la región de América Latina y el Caribe presenta un alto grado de urbanización: en 2007, el 78% de su población vivía en ciudades. Asimismo, se espera que dicha cifra se haya incrementado hasta el 89% en 2050.

Teniendo en cuenta la dependencia de la energía y de la economía a los combustibles fósiles se genera mayores costos de operación de la industria energética, porque al producir energía se requiere energía y como los recursos (Gas natural, carbón, Uranio, petróleo) empleados en la generación de electricidad tienen un alto costo de extracción y producción a medida que los yacimientos se agotan), por ser recursos naturales finitos, por ello y debido a la crisis energética mundial se requiere la innovación, integración e implementación de energías renovables a la canasta energética, entendiéndose que esto no solo implica un cambio de fuente de



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

energía, sino que esta sea sostenible, accesible y asequibles, hacia una mayor eficiencia energética, que soporte el aumento de la demanda energética de las ciudades, con el fin de reducir las emisiones de gases efecto invernadero, algo en lo cual las ciudades en todo el mundo se están comprometiendo para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible a 2030.

En los últimos años las zonas urbanas han estado creciendo y con ella los problemas ambientales, por lo que se tiene el reto de estabilizar la demanda de suministros energéticos seguros, minimizando la degradación del medio ambiente, por lo que muchos gobiernos tienen interés en fomentar la conciencia social sobre los efectos de las emisiones de gases efecto invernadero y en reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

### 6.1.1 Panorama energético internacional

Cerca del 81% de la energía consumida proviene de fuentes fósiles y el 19% proviene de fuentes renovables, las últimas se encuentran vinculadas al uso de la biomasa para el calentamiento de alimentos y espacios y a la hidroenergía para la generación eléctrica y en menor medida se aprovecha la energía del sol y el viento.

Hace algunos años se está evidenciando cambios importantes en los sistemas energéticos que conllevan a una canasta energética diversa, en donde se integran tecnologías limpias, debido a preocupaciones por la seguridad de su suministro, la reducción de impactos negativos en el medio ambiente, una mejor adaptación a los cambios de clima y la eficiencia energética.

A pesar de la dependencia mundial al petróleo, el carbón, el gas natural y a los combustibles nucleares como fuentes de energía disponibles que se encuentran en cantidades abundantes pero finitas, su panorama de la producción de petróleo no es muy claro en el horizonte energético, lo que ha permitido que las energías renovables hayan venido penetrando el mercado gracias a los

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

estímulos gubernamentales que han apuntado a una reducción en los costos de producción y es así como las energías eólica y solar han ido disminuyendo los costos de fabricación, han mejorado la tecnología siendo mucho más eficiente, con mecanismos de comercialización favorables, permitiendo que alcancen a ser competitivas con las fuentes de energía convencionales, sin embargo los esfuerzos por mejorar las técnicas de producción de hidrocarburos, la recuperación mejorada, y técnicas de fractura hidráulica han generado nuevas expectativas que podrán igualarse a los avances de las renovables, sumado a los precios bajos del crudo y el gas, puede contrarrestar los esfuerzos en investigación y desarrollo de nuevas fuentes de energía. Es natural que la industria petrolera presione la legislación, para evitar perder mercado apoyándose en los efectos negativos de los empleos que se perderían y al costo que se generara al migrar a energías renovables no convencionales.

Con la transición energética se busca migrar a fuentes de energía renovables no convencionales, como fuente de producción energética como el viento, el sol y la biomasa disminuyendo la producción con combustibles fósiles (Carbón, petróleo y gas), con el fin de mitigar los efectos del cambio climático y la producción de dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), que son los principales aportantes en la concentración atmosférico de gases efecto invernadero, la diversificación de la canasta energética y seguridad de la oferta energética son un segundo motivador. Esta transición también se está evidenciando en el sector de transporte, debido a las congestiones en las ciudades que incrementan los tiempos de viaje y la contaminación del aire, que contribuye al deterioro de la calidad de vida y en la salud de sus habitantes, por lo que se está dando la tendencia a un cambio hacia vehículos híbridos y eléctricos, uso compartido del vehículo privado y de la bicicleta.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Al 2035 el mundo estará consumiendo un tercio más de la energía que consume actualmente. La demanda eléctrica aumentará en dos terceras partes. El centro de gravedad del consumo energético cambiará a países como China, India y Brasil. Entre los tres acumularán más del 90% del crecimiento de la demanda, Mil millones de personas no tendrán acceso a la electricidad y 2700 millones no tendrán acceso a combustibles limpios para cocción y calentamiento, principalmente en Asia y África subsahariana. IEA, World Energy Outlook 2013.

Los países desarrollados preocupados por el cambio climático han tomado medidas legislativas que permitan la transición a fuentes de energía limpias, que fijen metas de reducción de gases efecto invernadero, una mayor participación de energías renovables no convencionales al sector eléctrico, una mayor eficiencia energética, lo que está asociado a la investigación y desarrollo que faciliten la posibilidad de tener un sistema eléctrico 100% renovable. En América Latina el avance es reducido y se espera que en un futuro cercano permitan incrementar las inversiones en instalación de fuentes renovables la cuales dependen de las políticas de cada país.

### 6.1.2 Panorama energético en Colombia

El país cuenta con una matriz energética relativamente diversa, pues cuenta con combustibles de origen fósil, como con recursos renovables. En la actualidad la explotación y producción energética está constituida por un 78% de origen fósil (petróleo, carbón y gas) y un 22% de hidroenergía y biomasa. La energía consumida en Colombia en su mayor proporción proviene de fuentes fósiles que actualmente se puede autoabastecer, pero se estima que, debido a la creciente demanda y a las tasas de producción, se requiere en un futuro cercano la necesidad de realizar importaciones de estos recursos.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

La cadena de energía eléctrica está compuesta por cuatro actividades: Generación, transmisión, distribución y comercialización, permitiendo integrar el sistema Interconectado Nacional (SIN), a través del cual la energía es transportada desde el lugar en donde se genera hasta el consumidor final. Las áreas alejadas en donde no se cuenta con la infraestructura del SIN se les llama Zonas no interconectadas (ZNI), en donde el consumo de energía se realiza a través de plantas Diesel, pequeñas centrales hidroeléctricas o paneles solares. Además del sistema interconectado local, el país tiene conexiones con Venezuela y Ecuador, lo que facilita realizar intercambios de energía. (Arango, 2019).

La matriz de generación de energía eléctrica en Colombia se basa en un 70% en el recurso hídrico que es un recurso renovable y debe tenerse en cuenta que la disponibilidad del recurso depende de los cambios climáticos como el fenómeno de la niña y el niño y para garantizar el abastecimiento de la demanda de energía se utilizan recursos fósiles, como carbón, gas natural, gas licuado de petróleo, que ante la escasez de las lluvias soportan la disminución en la generación de las hidroeléctricas.

En la actualidad Colombia enfrenta dificultades de suministro eléctrico debido a la sequía generada por el fenómeno del niño, en donde se evidencia una dependencia a la energía hidroeléctrica, lo que se convierte en una limitación de los recursos, sumado al apresurado crecimiento de la población en la zona urbana lo que conlleva a que la demanda de estos recursos cada vez sea mayor, debe tenerse en cuenta que con la actual capacidad instalada del país podría suplirse la demanda hasta el 2021 bajo condiciones críticas de hidrología y el retraso de la entrada en operación de Hidroituango, podrían generarse deficiencias en el abastecimiento y de no tomarse medidas es posible el racionamiento de energía, generando problemas ambientales, sociales y económicos por

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

lo que es necesario buscar nuevas alternativas para abastecer de demanda del recurso energético en donde se incluyan recursos renovables accesibles y asequibles como así lo contempla el decreto 0570 de 2018 que permite la entrada de las energías renovables a la matriz energética del país, para lograr garantizar el bienestar social de sus habitantes. Por lo anterior como consecuencia de las ventajas de la diversificación de la canasta energética, que busca contar con la disponibilidad de recursos, reducción de costos e inversión necesaria para su aprovechamiento, mejoramiento de las tecnologías relacionadas con la energía solar y eólica, acompañado de la cogeneración moderna de calor, electricidad a través de la biomasa y la generación biotérmica.

Para el año 2050 Colombia se propone contar con una oferta energética diversa y confiable, con una demanda de precios eficientes y metas de eficiencia energética, con una prestación universal de servicios, una mayor integración energética regional y mundial y con opciones de generación de valor alrededor del sector energético.

### 6.1. 3 cambio climático

La convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), lo define como un cambio del clima atribuido directamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observada por periodos de tiempo comparables. Los científicos han encontrado evidencias de que el cambio del clima está cambiando a un ritmo acelerado y que actividades a la producción, extracción, asentamiento y consumo son la principal causa de este cambio. (IDEAM, s.f.)

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.1.3.1 Calentamiento Global.*

Es un aumento de la temperatura del planeta generado por las emisiones a la atmosfera de gases efecto invernadero derivadas de la actividad humanas, generan variaciones en el clima y es la causa del cambio climático y está generando impactos negativos en los sistemas físicos, biológicos y humanos, etc. El calentamiento es la causa del cambio climático.

### *6.1.3.2 Causas del cambio climático.*

El Efecto invernadero es un proceso natural que permite que en la tierra se albergue la vida, en donde la atmosfera retiene parte de calor del sol, teniendo en cuenta que la atmosfera está conformada por diversos gases naturales (99.93%) como el Nitrógeno ( $N_2=78.1\%$ ), Oxígeno ( $O_2=20.9\%$ ), Argón ( $Ar=0.93\%$ ) y gases artificiales como (0.07%) como Vapor de agua ( $H_2O$ ), Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ), Metano ( $CH_4$ ), Óxido de Nitrógeno ( $N_2O$ ), Ozono ( $O_3$ ), quienes tienen una mayor incidencia en el efectos invernadero, adicionalmente también se encuentran en la atmosfera gases Clorofluorocarbonos (CFC) que en las proporciones adecuadas cumple con su propósito, pero debido a las actividades humanas se ha aumentado la emisión de estos gases a la atmosfera reteniendo más calor del necesario, generando que la temperatura media del planeta aumente a lo que se le llama calentamiento global, deshielo de los polos, desertificación, incendios forestales, tormentas e inundaciones.

El motivo por el cual aumentan los gases de efectos invernadero se debe a la quema de combustibles fósiles como el petróleo, gas y carbón, deforestación de Bosques y ecosistemas marinos que absorben el Dióxido de carbono y el aumento de la población que cada vez consume más recursos. (www.accion.com, s.f.).

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.1.3.3 Los fenómenos de la Niña y el Niño.*

La temperatura de la superficie del océano pacifico tropical Central y oriental influyen en el clima de la región, Condiciones extremas cálidas (El Niño) y frías (La niña), afectan el clima de América Tropical. El fenómeno de la niña y el niño se encuentran vinculados por la interacción aire-mar que se desarrolla en el océano pacifico tropical y están relacionados con la influencia de la presión atmosférica y la circulación en gran escala.

Durante el fenómeno del niño se presenta un aumento en la temperatura del agua superficial del Océano Pacífico en la zona comprendida entre Australia y Nueva Guinea y Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia, este fenómeno suele expresarse con un aumento en la temperatura promedio y una disminución de las lluvias en casi todo el país.

Mientras que con el fenómeno de la niña se presenta una disminución en la temperatura del agua superficial del Océano Pacífico en la zona comprendida entre Australia y Nueva Guinea y Colombia, Ecuador y Perú. En Colombia, este fenómeno suele expresarse con una disminución de la temperatura promedio y un aumento de las lluvias en casi todo el país.

## 6.2 Bases teóricas

### 6.2.1 Retos de las energías Renovables.

#### *6.2.1.1 Energía y Ciudad.*

La energía siempre ha sido visto como el motor de desarrollo y ha sido fundamental para la supervivencia del ser humano, sin embargo a pesar del interés de mejorar las condiciones de

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

acceso a la energía las ciudades no han sido construidas con criterios de eficiencia energética y solo a través de la crisis energéticas se ha visto la necesidad de definir un modelo pospetrolero que permitan incluir en la planificación urbana, el uso del suelo, aprovechamiento de fuentes renovables de energía y el metabolismo urbano. (García, 2010)

Uno de los efectos de la baja asequibilidad energética es la pérdida de competitividad de un país, por sus altos costos de combustible y electricidad porque afectan las cadenas productivas.

Un hogar se encuentra en pobreza energética cuando las personas que lo habitan no satisfacen las necesidades de energía absolutas, las cuales están relacionadas con una serie de satisfactores y bienes económicos que son considerado esenciales, en un lugar y tiempo determinados, de acuerdo con las convenciones sociales y culturales. (Pobreza energética en América Latina - Cepal, 2014).

La agencia internacional de la energía lista las siguientes condiciones que definen la “accesibilidad a energía moderna”:

1. Acceso del hogar a un nivel mínimo de electricidad
2. Acceso del hogar a estufas y combustibles para cocción seguros y más sostenibles
3. Acceso a energía moderna que permita la actividad económica productiva
4. Acceso a energía moderna para los servicios públicos (salud, educación, alumbrado, etc.)



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.2.1.2 Planeación urbana y uso del suelo.*

La ciudad debe pensarse y construirse con base en el clima, la humedad, la insolación, los vientos de la región (Bioclimatismo), densidad urbana, ordenación del territorio, integrando el aprovechamiento de energías no convencionales de energías renovables y diseño arquitectónico sostenible.

Ahora bien, si la arquitectura y el urbanismo sostenible marcan la tendencia del ahorro y la eficiencia energética de la ciudad es importante implementar la cultura de la optimización de los recursos y eliminarse su desperdicio, por lo cual en las ciudades debe ahorrar agua, administrarla, limpiarla y reutilizarla. Los residuos orgánicos deben reintegrarse a la tierra, protección y regeneración de suelos agrícolas.

Se pretende acoplar los sistemas urbanos a las nuevas condiciones energéticas a través de políticas concretas, con instrumentos legales, financiamientos y fiscalización, aprovechando los avances de la ingeniería en el desarrollo de paneles solares, auto generadores, materiales y equipos.

### *6.2.1.3 Eficiencia energética.*

Con los avances de la sociedad aumenta la producción de productos que requieren del uso de energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que es prioritario que estos consuman una cantidad inferior a la media de energía, con el fin de consumir lo necesario ayudando al planeta consumiendo menos y de forma limpia.

Actualmente la eficiencia energética es una elección, porque no todos los aparatos eléctricos y electrónicos son eficientes y esto se puede ver en las etiquetas de eficiencia

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

energética que están ligadas con el ahorro de electricidad, asociados a cambio de hábitos de consumo que facilitaran gestionar la energía consumiendo menos.

### *6.2.1.4 Metabolismo urbano.*

La problemática ambiental es un reto para las ciudades en donde el rápido proceso de urbanización y crecimiento de la población busca herramientas para la sustentabilidad y competitividad de las ciudades que facilita el entendimiento de sus redes de abastecimiento de materiales y energía, buscando la eficiencia y eficacia de sus procesos de transformación energética, mitigación del impacto ambiental negativo, para anticiparse a eventos no deseados basados en el presente.

A nivel mundial la población urbana consume las dos terceras partes de la energía y emite el 70% del CO<sub>2</sub>.

La mayoría de las ciudades crecen generando barrios mal urbanizados, generando problemas ambientales, metabólicos y sociales, produciendo ambientes degradados debido a la escases de zonas verdes, contaminación acústica, atmosférica, mala gestión de residuos sólidos. (Terrada, 2011)

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.2.1.5 Marco jurídico de las energías renovables*

La Ley 1715 de 2014 se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, con el objetivo de promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía, mediante su integración al mercado eléctrico, necesario para el desarrollo económico sostenible, reducción de gases efecto invernadero, la seguridad del abastecimiento y eficiencia energética. (2014)

El gobierno y las entidades delegadas por la ley para su reglamentación han expedido las siguientes normas (abogados asociados, 2019):

- Decreto 2492 de 2014 por lo cual se adoptan las disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda.
- Decreto 2469 de 2014 se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes.
- Decreto 2143 de 2015 “Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014.”
- Resolución UPME 0281 de 2015 “Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala”
- Resolución CREG 024 de 2015 “Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN)”.
- Decreto 1623 de 2015 “Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política para la expansión de la

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

cobertura del servicio de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional y en las Zonas No Interconectadas”

- Resolución Ministerio de Ambiente 1312 de 11 agosto de 2016 “Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones”.
- Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016 “Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones”.
- Decreto 348 de 2017 “Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala”.
- Resolución Ministerio de Ambiente 1988 de 2017. PAI 2017 – PROURE (Programas para Exclusión IVA)
- Resolución UPME 585 de 2017 (Procedimiento ante UPME Exclusión de IVA)
- Resolución Ministerio de Ambiente 2000 de 2017 (Procedimiento ante ANLA para exclusión de IVA)
- Decreto 1543 de 2017 “Por el cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, Fenoge”.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

- Resolución CREG 167 de 2017“Por la cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas eólicas”
- Resolución CREG. 201 de 2017“Por la cual se modifica la Resolución CREG 243 de 2016, que define la metodología para determinar la energía firme para el Cargo por Confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas”
- Decreto 570 de 2018“Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones”
- Resolución CREG 015 de 2018“Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional”. Ver capítulo 10 para metodología de cálculo del servicio de respaldo.
- Resolución CREG 030 de 2018 “Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional”
- Resolución CREG 038 de 2018 “Por la cual se regula la actividad de autogeneración en las zonas no interconectadas y se dictan algunas disposiciones sobre la generación distribuida en las zonas no interconectadas”

Con la aprobación de la ley 693 de 2001 que marcó el inicio de Colombia en la nueva era mundial de los combustibles de origen vegetal, cuyo fin tiene promover el uso de agro carburantes a través de estímulos para la producción, comercialización y consumo, posteriormente con la ley 939 de 2004 permitió ampliar el espectro de uso de los

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

biocombustibles, facilitando su producción y comercialización, no solo de origen vegetal sino animal.

Con el uso de biocombustibles se busca la sostenibilidad ambiental, mejoramiento de la calidad de los combustibles, desarrollo Agroindustrial, generación de empleo, abastecimiento energético. (UPME, 2009)

Las tecnologías que en la actualidad permiten obtener energía en forma de electricidad, calor y combustible a partir de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER) son variadas.

### 6.3 Definición de conceptos

#### 6.3.1 Energía.

Es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, entendiendo por Energía a la fuerza capaz de movilizar, transportar o mantener en funcionamiento un objeto. La Energía puede almacenarse para usos posteriores, como en el caso de la energía eléctrica a través de baterías.

#### 6.3.2 Formas de Energía.

La energía puede manifestarse de varias formas: En forma de movimiento (cinética), de posición (Ponencial), de calor, de electricidad, de radiaciones electromagnéticas. (Recio, s.f.)

Principios de la conservación de energía.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### 6.3.3 Energía térmica.

Se debe al movimiento de las partículas que constituyen la materia. La transferencia de energía térmica de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura se llama calor.

### 6.3.4 Energía Eléctrica.

Es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores, se caracteriza porque produce tres efectos luminoso, térmico y magnético.

Es una de las formas de energía más usadas en el diario vivir, ya que permite el uso aparatos eléctricos, electrónicos los hogares y el comercio.

### 6.3.5 Energía radiante.

Se encuentra asociada a las ondas electromagnéticas, la característica principal de esta energía es que se puede propagar en el vacío, sin necesidad de soporte alguno. Por ejemplo, La luz y el calor del sol, las ondas de radio, televisión, etc.

### 6.3.6 Energía Química.

Se produce a través de las reacciones químicas. Por ejemplo: Una pila o una batería.

### 6.3.7 Energía Nuclear.

Es la que se encuentra almacenada en el núcleo de los átomos y que se libera por reacciones nucleares. Ejemplo: La energía del Uranio que se encuentra en los reactores nucleares.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### 6.3.8 Energías Renovables.

Son aquellos que provienen de recursos naturales que no se agotan y a los que se puede recurrir permanentemente, tales como la hidráulica, Solar, Eólica, Mareomotriz, Biomasa, Geotérmica, sin generar impactos ambientales negativos porque no contaminan, por lo que también se les conoce como energías alternativas o energías verdes y de las cuales se puede obtener energía eléctrica

### 6.3.9 Características.

- Ayudan a potenciar el autoconsumo, porque permiten que las viviendas sean más autosuficientes en su consumo eléctrico.
- Son amigables con el medio ambiente.
- Son recursos naturales gratuitos e inagotables.
- Pueden llegar a zonas de difícil acceso.
- Facilitan la independencia energética de los combustibles fósiles y nucleares.

Una de las principales desventajas es que algunas energías renovables son intermitentes porque dependen de las condiciones climatológicas, como lo es la eólica.

#### 6.3.9.1 Tipos de energías Renovables.

Las energías renovables son la alternativa más limpia para el medio ambiente.

##### 6.3.9.1.1 Solar.

Llega a la tierra en forma de radiación electromagnética (Luz, calor y rayos ultravioleta) procedente del sol y a través de placas solares se absorbe la radiación y se transforma en electricidad, la cual puede ser almacenada.



## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.3.9.1.2 Eólica.*

Utiliza la fuerza del viento para generar electricidad, por medio de unos auto - generadores o molinos de viento aprovechando las corrientes de aire y transformándolas en electricidad.

### *6.3.9.1.3 Hidráulica.*

Es producida por la caída del agua en las centrales hidroeléctricas en represas que utilizan el agua retenida en embalses, a través de turbinas que transmiten la energía a un alternador convirtiéndola en energía eléctrica.

### *6.3.9.1.4 Mareomotriz.*

Se obtiene aprovechando la energía térmica del mar mediante el uso de un alternador para la generación de electricidad de forma limpia.

### *6.3.9.1.5 Geotérmica.*

Se encuentra almacenado bajo la superficie terrestre en forma de calor asociada a los volcanes, aguas termales, fumarolas, aprovechando la energía del subsuelo para climatizar y obtener agua caliente sanitaria de forma ecológica.

### *6.3.9.1.6 Biomasa.*

Se obtiene de los compuestos orgánicos animal y vegetal de actividades agrícolas, ganaderas y forestales, como también de los subproductos de la industria agroalimentaria y de la

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

transformación de la madera, mediante procesos naturales. Es una fuente de energía limpia y con pocos residuos que además son biodegradables.<sup>3</sup>

### 6.3.10 Energía solar para la generación de electricidad.

#### *6.3.10.1 Historia de la energía Solar.*

En 1839: El físico Francés Henri Becquerel experimentaba con una fila electrolítica en donde se generó un aumento de la generación eléctrica con luz, descubriendo el efecto fotovoltaico.

1870-1877: El profesor W. Grylls Adams y un estudiante suyo R. Evans Day, realizaron experimentos sobre el efecto de la luz sobre el Selenio, comprobando que se creaba un flujo de electricidad, denominado fotoeléctrica.

1873: Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos de selenio.

1885: Charles Fritts construyó el primer módulo fotoeléctrico, extendiendo una capa de Selenio sobre un soporte metálico y con una película fina transparente de Oro

1904: Einstein publica un artículo sobre el efecto Fotovoltaico y en 1921 recibe Premio Nobel a Einstein por el mismo.

1941: Primera célula fotovoltaica de Silicio fue descrita por R. S Olh, sin embargo, los primeros dispositivos fotovoltaicos se empezaron a utilizar una década posterior y otras investigaciones las que hicieron posible que abandonaran el selenio, para empezar a utilizar el Silicio como material principal.

---

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

1954: laboratorios de Bell se produce la primera Celda Industrial, Silicio monocristalino, en donde se usa la radiación proveniente del sol y la transforma en energía eléctrica. Una celda Fotovoltaica convierte la energía del sol en electricidad, mediante el efecto fotoeléctrico, descubierto por Einstein.

1955: El presidente de Estado Unidos de América anunció que tenía planes para colocar un satélite en el espacio alimentado por células solares y a finales de los años 60 y principios de los 70 ya se contaba con células solares en el espacio.

1973: Solar Power Corporati3n inicio investigaciones para reducir el costo de fabricaci3n de las células cambiando el Silicio Cristalino puro por Silicio de rechazo.

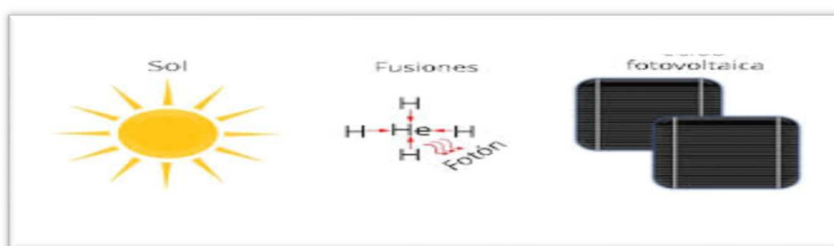
Los primeros mercados masivos de células fotovoltaicas de desarrollaron en torno a aplicaciones aisladas de la red eléctrica: Señalización Ferroviaria, Antenas de comunicaciones, Señalización marítima mediante boyas luminosas

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

### 6.3.10.2 Energía solar Fotovoltaica.

La producción directa de electricidad a partir de la luz se conoce como efecto fotovoltaico, para lo cual se necesita de un material que absorba la luz del sol y que transforme la energía radiante en energía eléctrica, lo que es realizado por células fotovoltaicas

Figura 1  
*Sistema fotovoltaico*



Un sistema fotovoltaico está formado por:

### 6.3.10.3 Un generador Fotovoltaico o Panel solar.

Encargado de transformar la energía del sol en energía eléctrica, está formado por módulos fotovoltaicos y cada módulo está formado por unidades básicas llamadas células fotovoltaicas.

Una de las principales características de los generadores fotovoltaicos que los diferencia de otras fuentes de energía renovable es que únicamente producen electricidad cuando reciben la luz del sol, por lo que es necesario incluir un sistema de almacenamiento energético, es de aclarar que en los sistemas conectados a la red no se necesitan baterías, porque se acumulan en la red eléctrica.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.3.10.4 Una batería de acumulación.*

Es un elemento que va a estar cargándose y descargándose, cargándose de día y se descarga en la noche), por lo que la energía producida durante las horas de sol se puede utilizar en la noche.

### *6.3.10.5 Un regulador de carga.*

Para controlar los procesos de carga y descarga se utiliza un regulador de carga, por lo que este elemento está encargado de proteger la batería contra sobrecargas o sobre descargas que podrían acortar su vida útil. Cuando el regulador detecta que la batería está siendo sobrecargada desconecta el generador Fotovoltaico y cuando detecta que la batería está siendo sobre descargada desconecta los consumos.

### *6.3.10.6 Un Inversor.*

Este elemento es el encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna con el máximo rendimiento posible.

### *6.3.10.7 El consumo.*

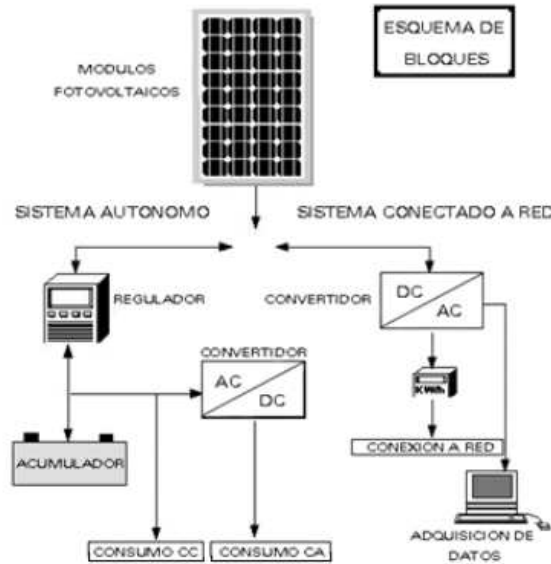
Es lo que el sistema fotovoltaico debe satisfacer (luminarias, electrodomésticos, etc.) y de estos se determina el tamaño del sistema.

## *6.4. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica*

Los sistemas fotovoltaicos se clasifican de acuerdo a si están o no conectados a la red eléctrica convencional:

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 2  
 Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

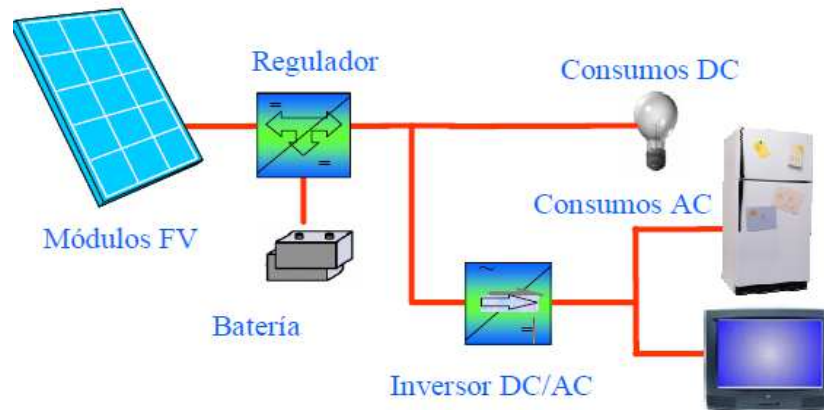


#### 6.4.1.1 Sistemas fotovoltaicos autónomos.

Son aquellos que están aislados de la red eléctrica y utilizados para satisfacer la demanda eléctrica en lugares remotos aislados de la red eléctrica.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 3  
Estructura básica de un sistema fotovoltaico autónomo



### Componentes fotovoltaicos en sistemas autónomos

- Generador fotovoltaico
- Regulador de carga
- Inversor
- Sistema de baterías de acumulación

Clasificación de los se la red sistemas fotovoltaicos autónomos de acuerdo a su aplicación:

#### 6.4.1.2 Sistemas de electrificación.

Utilizado para el suministro de energía para viviendas aisladas de la red eléctrica tanto en países en vías de desarrollo como en los países desarrollados. Casas aisladas (electrificación distribuida) o pueblos enteros (electrificación centralizada), pueden generar su propia electricidad, con poco mantenimiento y sin usos regulares de combustibles.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.4.1.3 Sistemas profesionales.*

Aplicaciones profesionales y telecomunicaciones con sistemas fotovoltaicos permite alimentar desde el más pequeño de los sistemas de telemetría, radio teléfonos, hasta repetidores de microondas, pueden estar instalados en lugares remotos.

### *6.4.1.4 Sistemas de Navegación.*

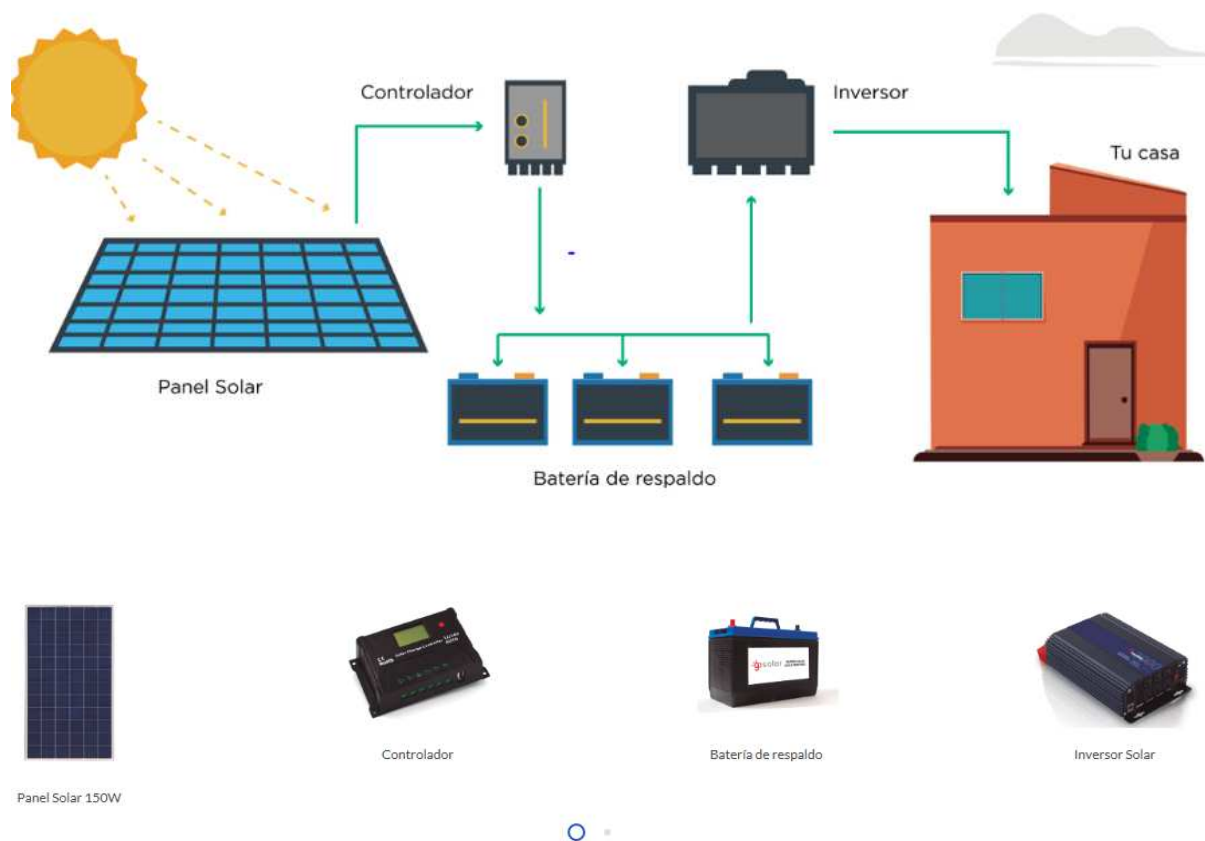
Generalmente situadas en lugares remotos en donde otras fuentes de energía resultan muy costosas.

- Boyas de señalización marítima
- Plataformas Petroleras
- Señales para el ferrocarril
- Sistemas de aproximación en aeropuertos



## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 4  
Sistemas solares autónomos



#### 6.4.1.5 Sistemas Fotovoltaicos conectados a la red

Son aquellos que están conectados a la red eléctrica y que no cuentan con ningún tipo de almacenamiento a través de módulos fotovoltaicos encargados de transformar la luz del sol en electricidad y a través de un inversor, se utiliza normalmente en zonas urbanas de países industrializados. Tiene como principal objetivo maximizar la producción de energía eléctrica que es inyectada a la red.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 5

*Sistema voltaico conectado a la red*



### 6.4.2 Aplicaciones.

#### 6.4.2.1 Tejados de viviendas.

Instalación físicamente situada en la vivienda que se encuentra en un entorno urbano.

#### 6.4.2.2 Plantas de generación de energía.

Las instalaciones fotovoltaicas funcionan como una central en el sentido que inyecta la producción a la red eléctrica.

### 6.4.3 Beneficios de la energía solar fotovoltaica.

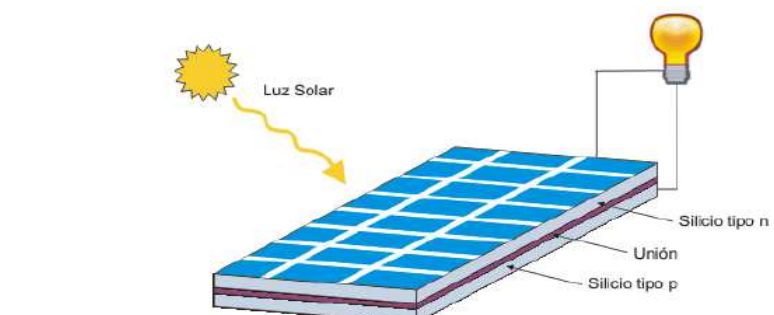
- El uso de la energía solar para la generación de electricidad favorece la sostenibilidad del sistema energético
- La energía solar es fiable, inagotable, limpia segura y no genera residuos.
- La energía solar tiene múltiples aplicaciones como la generación de energía eléctrica, desalinización y producción de calor o frío.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

- Con los avances de la tecnología se está mejorando considerablemente la relación costo eficiencia.
- No requiere ocupación de espacio adicional, se puede instalar en tejados o integrarla a edificios.
- Permite reducir la dependencia de combustibles fósiles para el abastecimiento de combustibles.
- Evita costos de mantenimiento

### Cómo funcionan las Células Fotovoltaicas

Figura 6  
*Células fotovoltaicas*



La electricidad se produce al establecer una diferencia de potencial eléctrico y una célula fotovoltaica solo puede generar electricidad si se cumplen tres condiciones

- Se puede modificar el número de cargas positivas y negativas. Se añade a un semiconductor puro unas pequeñas dosis de átomos dopantes, que son capaces de ceder o aceptar electrones
- Se pueden crear cargas que permitan la aparición de una corriente, para lo cual se exponen la célula fotovoltaica a una radiación luminosa aprovechando la energía de los fotones. El fotón o partícula de luz cede energía a un electrón de la banda de valencia y lo

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

hace pasar a la banda de conducción. Con la creación de estas cargas se puede establecer una corriente eléctrica.

- Que se establezca una diferencia de potencial o campo eléctrico uniendo dos semiconductores que contiene una densidad de cargas positivas y negativas diferentes, originando un campo eléctrico. El dispositivo recibe el nombre de célula solar o fotovoltaica

### 6.4.4 Tipos de Celdas Fotovoltaica.

Paneles solares de celdas de Silicio son las más comunes y son fabricadas de bloques de silicio, con una vida útil de aproximadamente 30 años o más.

#### 6.4.4.1 Placas Solares Monocristalino.

Formado por una red cristalina en todo el material logrando una superficie uniforme, con pocas imperfecciones lo que genera una coloración azul más oscura. Cuando se fabrican se crea una capa de silicio en una sola dirección, formando una única capa de cristal, con lo que se consigue una mayor eficiencia energética en un mismo espacio ya que absorbe mejor energía si el lugar donde se requiere instalar las placas solares es reducido. Este proceso de cristalización es complicado y costoso.

Figura 7  
*Célula solar Monocristalina*



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.4.4.2 Placas solares Policristalinas.*

En Su fabricación las placas la superficie no es uniforme y se forman distintas capas de cristal de silicio, lo que hace que sea menos eficiente en un mismo espacio, sin embargo, hay un ahorro en el costo.

Figura 8  
*Células solares policristalinas.*



### *6.4.4.3 Capa Fina.*

Esta tecnología fue creada para disminuir los costos de producción, utilizando menos materia prima y para evitar la escasez de silicio, empleando otros elementos en módulos de capa delgada utilizando el cobre, indio y selenio (CIS) o de cobre, indio, galio y selenio (CIGS) y módulos de capa delgada a base de Cadmio y Telurio (CdTe).

Para obtenerlas se sumergen unas láminas en silicio fundido, que son cortadas y pulidas con láser, dentro de sus ventajas se encuentran su bajo costo, su gran absorción y su menor variación de rendimiento con la temperatura, sus principales desventajas son un inferior rendimiento y requiere del doble de espacio para una misma potencia que las monocristalinas.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 9  
*Célula solar Capa fina*



*6.4.4.4 Concentración Fotovoltaica.*

Con esta tecnología se utiliza un elemento óptico para concentrar la luz del sol entre 250-1000 veces, utilizando 1 Cm<sup>2</sup> de celdas por unidad, siendo más eficientes que los sistemas tradicionales y su rendimiento no se ve afectado por el aumento de temperatura.

Figura 10  
*Células solares Concentración fotovoltaica*



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.4.4.5 Celdas Flexibles.*

Es una posibilidad que se abre frente a la rigidez de los paneles tradicionales, incorporándose en la ropa, mochales, sombrillas, etc. y son utilizados para cargar aparatos de poco consumo, como por ejemplo el celular.

Figura 11  
*Celdas Flexibles*



### *6.4.4.6 Paneles con capas transparentes.*

Se ha utilizado en la fabricación de ventanas con capas finas semitransparentes, siendo una alternativa para utilizar en edificios.

Figura 12  
*Célula solar Transparente*



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *6.4.4.7 Celdas orgánicas.*

En lugar de utilizar silicio o arseniuro de galio, se emplean células de carbono y plástico, disminuyendo los costos de fabricación, adicionalmente estos materiales le dan una flexibilidad estructural que permite instalarlos en superficies que no tienen que ser planas, sin embargo, tienen una desventaja y es su menor eficiencia frente a las células de Silicio.

Figura 13  
*Celdas orgánicas*



### *6.4.4.8 Celdas de concentración.*

Es una alternativa muy efectiva para reducir el precio de los paneles solares y obtener energía fotovoltaica más económica, mejorando el rendimiento y ahorrando Silicio, para lo cual utiliza espejo o lentes curvos que apuntan a la misma dirección donde se concentra en una pequeña área de células fotovoltaicas una gran cantidad de radiación solar con el fin de generar electricidad. (Chavarria, 2018).



## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 14  
*Celdas de concentración*



### *6.4.4.9 Paneles de células tándem.*

Son aquellos que combinan dos tipos de materiales semiconductores diferentes, mejorando su rendimiento. Además de una capa de silicio se componen de una capa adicional de dióxido de titanio, un material cristalino organometálico producido en laboratorio que posee excelentes características como semiconductor llamado perovskita. (Celada, 2018)

Figura 15  
*Paneles de células tándem*



## Radiación solar en Colombia

A medida que aumenta la irradiancia aumenta también la corriente producida por la celda solar

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 16  
*Atlas de radiación solar Colombia*

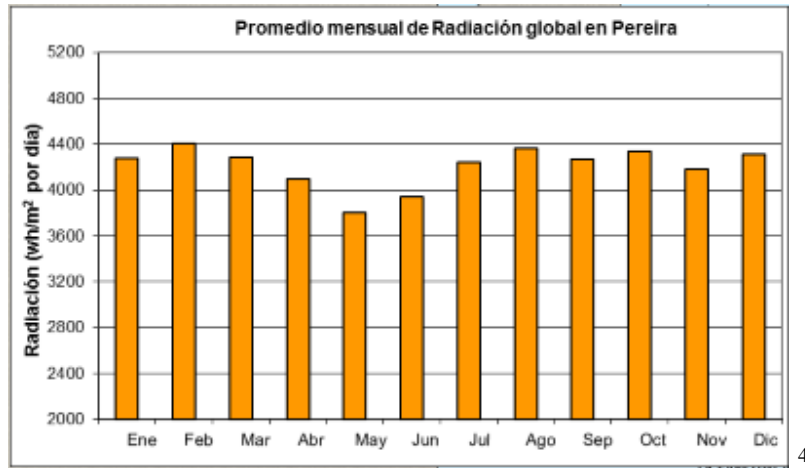
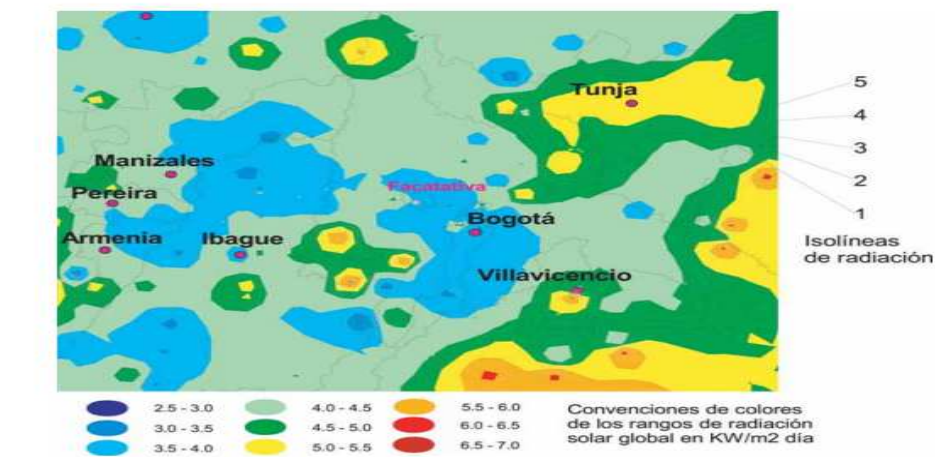


Figura 17  
*Atlas de radiación solar Colombia. IDEAM*



## 6.5 Costo de implementar energía solar

## 6.5.1 Sistema Autónomo – Off Grid.

<sup>4</sup> Fuente. *Atlas de radiación solar Colombia*

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Pereira Tiene recibe entre 4 y 4.5 kWh por metro cuadrado de radiación solar, lo que permite que a diario se genere energía solar para ser utilizada. El mercado de energía solar en Colombia es cada más accesible porque permite que cualquier persona natural implemente en su casa energía renovable.

Figura 18

*Sistema Autónomo – Off Grid*



La instalación de un sistema fotovoltaico aislado debe ser debidamente planificada, estudiada y diseñada, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Potencia de conexión segura.
- ✓ Consumo de energía
- ✓ Tipo de consumo (Corriente continua, alterna, monofásica, trifásica, etc.).
- ✓ Periodo de uso
- ✓ Localización y clima.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 19  
Modelo de solución a instalar



6.5.2 Costo de Implementar Energía solar por unidad de vivienda con un consumo mensual promedio de 147 kWh:

Equipos	Cantidad	Costo Total
Paneles Solar 340 W monocristalino	6	
Base para la instalación de los paneles	1	
Baterías cerradas libres de mantenimiento de 12 V 200AH, incluye base para baterías	4	
Inversor Híbrido Infinisolar 2,4 KW 110 V	1	\$14.612.000
Material eléctrico, incluye DPS y cable Tipo solar	1	
Instalación, configuración y puesta en funcionamiento, transporte y material menor.	1	
<b>Total</b>		<b>\$14.612.000</b>
<b>IVA</b>		<b>\$ 2.776.280</b>
<b>Total</b>		<b>\$17.388.280</b>

5

<sup>5</sup> Cotización ALTERNATEC S.A.S

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Que debe tenerse en cuenta para instalar sistema fotovoltaico autónomo:

- ✓ En una propiedad horizontal, se debe pedir permiso a la administración para la instalación de los paneles solares.
- ✓ Identificar si el predio recibe el sol de manera durante el día. Los árboles, edificios altos o construcciones pueden obstruir la luz.
- ✓ Verificar que el cableado eléctrico cumpla con las condiciones exigidas.
- ✓ Validar los gastos energéticos que se generan en su apartamento para identificar el tipo de sistema que necesita.

Una vez el sistema esté instalado deben tenerse en cuenta lo siguiente:

1. El consumo debe estar de acuerdo con la capacidad de generación, con el fin de evitar sobrecargas por consumo excesivo y el daño de electrodomésticos.
2. Adquirir aparatos de consumo de alta eficiencia energética. Antes de comprarlos su consumo eléctrico y optar por el de menor consumo.
3. Realizar un adecuado mantenimiento a los electrodomésticos para prevenir un daño en el inversor por cortocircuitos.
4. No conectar aparatos de una potencia mayor al inversor.
5. Uso indebido de baterías.
6. Protección de la instalación. Cualquier instalación eléctrica debe tener un sistema de seguridad que prevenga accidentes.
7. Mantenimiento de los paneles solares y equipos.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

### 6.5.3 Sistemas Fotovoltaicos conectados a la red – On Grid.

Con este sistema no se requieren baterías para almacenar la energía, ya que están respaldadas por la conexión eléctrica local “EMPRESA DE ENERGÍA DE PEREIRA”, quien actualmente ofrece el servicio para los conjuntos residenciales de los estratos 5 y 6, la afiliación debe realizarse por torres y no individualmente, debido a que no es rentable. Durante el día como no se consume la totalidad de corriente y el exceso de energía es inyectado a la red eléctrica local que es utilizado en la noche.

Para la empresa de energía no es rentable ofrecer dentro de la canasta energética Para los estratos 1, 2 y 3, debido a los subsidios otorgados por el gobierno y al bajo consumo que se genera, lo cual tampoco se refleja en un ahorro para los usuarios de estos estratos socioeconómicos. El cobro de este servicio se realiza a través de la factura de servicio de energía.

### 6.6 Formulación de la Hipótesis

La Integración de la energía solar en la canasta energética es una alternativa que permite aprovechar la radiación solar para ser utilizada como un sustituto en la obtención de energía.

## Marco metodológico

### 7.1 Tipo de Investigación

Esta investigación que es de tipo exploratoria busca respuestas del porque los usuarios del estrato socioeconómico bajo del Municipio de Pereira no implementan la energía solar fotovoltaica como medio para proveer energía eléctrica en sus hogares y conocer la posición de constructoras del porque dentro del diseño de la unidad de vivienda no es incluido.

### 7.2 Descripción del ámbito de investigación

Se ha determinado trabajar sobre una muestra de la población que se encuentra clasificada en el estrato socio – económico 2, de la ciudad de Pereira Risaralda, realizando un análisis cuantitativo buscando confiabilidad y objetividad; y un análisis cualitativo en cuanto a la percepción y conceptos evidenciados en los resultados arrojados en las encuestas.

### 7.3 Definición de la población y muestra a utilizar

#### Información Primaria

Para llevar a cabo el desarrollo de estas encuestas se ha determinado trabajar sobre la muestra de la población la cual se encuentra en el estrato socio – económico 2.

La unidad seleccionada es la Unidad Residencial Llano Grande ubicada en el sector del Parque Industrial al noroccidente de la ciudad de Pereira, capital del municipio de Risaralda.

Actualmente la unidad residencial cuenta con 1300 apartamentos distribuidos en 65 torres de 20 apartamentos cada uno, de los cuales se tomó como muestra el 23% que equivale a 300 unidades de vivienda.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 20

Fotografía 1 Mirador de llano grande<sup>6</sup>



Figura 21

Fotografía 2 Mirador de Llano Grande<sup>7</sup>



---

<sup>6</sup> <https://maps.google.com/maps/contrib/117454681067899807011/photos>

<sup>7</sup> <https://maps.google.com/maps/contrib/117454681067899807011/photos>



## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 22

Fotografía aérea Mirador de Llano Grande<sup>8</sup>

Figura 23

Ubicación Mirador de Llano Grande<sup>9</sup>

<sup>8</sup> <https://maps.google.com/maps/contrib/117454681067899807011/photos>

<sup>9</sup> <https://www.google.com/maps/place/Mirador+De+Llano+Grande/@4.8256475,-75.7377847,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x0bb13a125e8c6a93c!8m2!3d4.8256475!4d-75.7377847>

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Figura 24  
Mirador de Llano grande sobre planos<sup>10</sup>



### 7.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Es primordial recopilar la información que se utilizara para generar conocimiento, por lo cual se plantea responder a esta investigación haciendo uso de la técnica de las encuestas y entrevistas las cuales tendrán foco en los residentes de la unidad residencial Mirador de Llano grande en el Municipio de Pereira.

Los resultados obtenidos, serán insumo para desarrollar un análisis cualitativo y cuantitativo de la situación encontrada.

---

<sup>10</sup> <http://galias.com.co/index.php/mirador-de-llano-grande>

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### 7.4.1 Formato de la encuesta.

#### INTEGRACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE PEREIRA - RISARALDA

Identificar las ventajas y desventajas de aplicación de la energía solar fotovoltaica en edificaciones de la zona urbana y su contribución al mejoramiento de la calidad de vida de la población impactada y conocer que tan interesados se encuentra la comunidad en implementarlo.

1. ¿En qué términos definirías tu interés por el medio ambiente?

- Nada o poco
- Sí, pero me es indiferente
- Si, es importante
- Mucho, es primordial

2. ¿Has pensado en hacer modificaciones ecológicas a tu casa que ayuden a disminuir los factores contaminantes de tu entorno?

- Si
- No

3. ¿Cuál es el promedio del consumo mensual de electricidad en tu casa?

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

- 0 a 30.000 pesos
- 30.000 a 60.000 pesos
- 60.000 a 90.000 pesos
- 90.000 a 120.000 pesos
- Más de 120.000 pesos

4. Conoces sobre la energía a través de paneles solares fotovoltaicos para los hogares?

- Si
- No

5. El sistema de paneles solares fotovoltaicos es una de las alternativas de energías renovables más limpia para la generación de energía eléctrica y para cuidar el medio ambiente, ya que éstas se encuentran en cantidades ilimitadas, y una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. De acuerdo a lo anterior estarías interesado en adquirir los productos y/o servicios de instalación de paneles solares fotovoltaicos?

- Si
- No
- No Sabe, no responde

6. ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar para convertir la energía eléctrica de tu hogar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos?

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

- Menos de 1 Millon
- Entre 1 y 2 Millones
- Entre 2 y 3 Millones
- No estoy dispuesto a pagar

7. Te gustaría conocer sobre los diferentes tipos de energía renovable y su impacto en el medio ambiente, así como el tipo de instalación y productos a utilizar por medio de:

- Conferencias
- Talleres
- Curso teórico práctico
- No me interesa

### 7.4.2 Resultado encuestas.

Actualmente la unidad residencial cuenta con 1650 apartamentos de los cuales se tomaron como muestra el 18 % que equivale a 300 viviendas encuestadas.

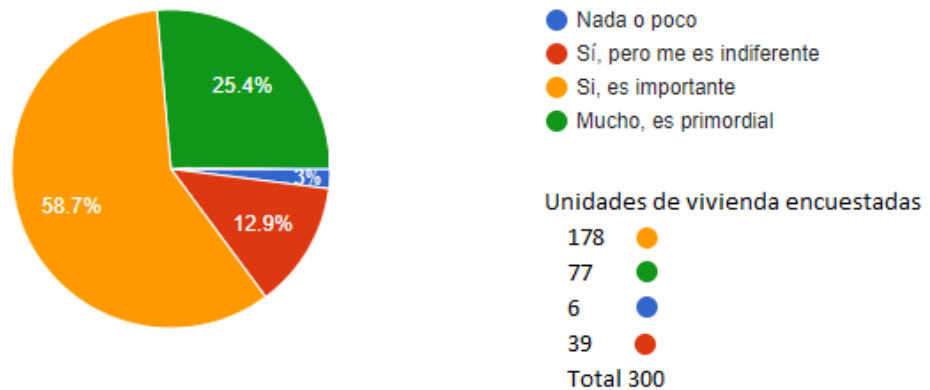
Esta encuesta arrojó los siguientes resultados:



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

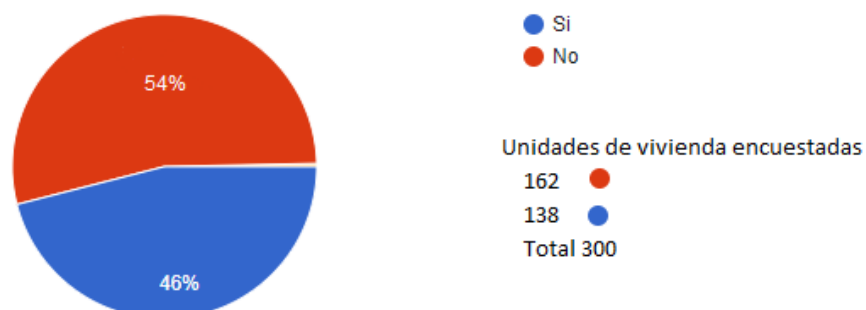
## 7.4.2.1 Análisis cuantitativo.

## 1. ¿En qué términos definirías tu interés por el medio ambiente?



Con el resultado se puede determinar que al 97% de la población encuestada le interesa o le preocupa el medio ambiente, en su mayoría indicaron que es muy importante la conservación de la flora y la fauna, el reciclar aplicar las tres R (Recicla, Recupera, Reutiliza); aunque también se vieron interesados en la forma que pudieran aportar más a través de la energía por medio de paneles solares, esto último teniendo en cuenta la lectura del objetivo de la encuesta.

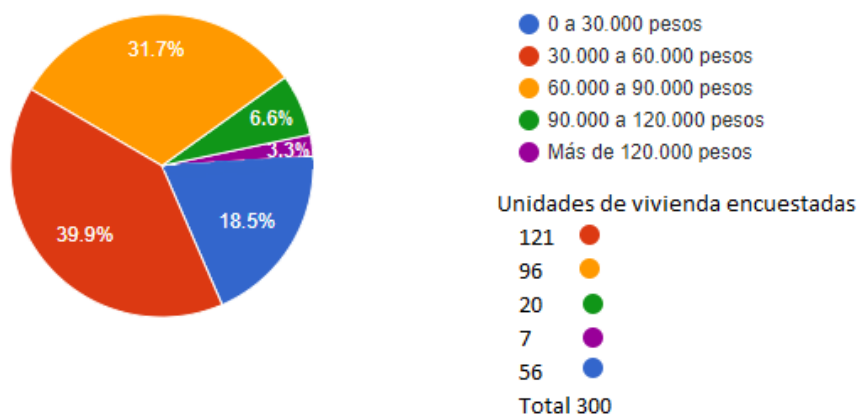
## 2. ¿Has pensado en hacer modificaciones ecológicas a tu casa que ayuden a disminuir los factores contaminantes de tu entorno?



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Para esta respuesta las personas encuestadas reiteraron poder poner de su parte para mejorar el medio ambiente, pero en su mayoría están conscientes que llegar a tener viviendas sostenibles independiente el medio que se vaya a utilizar o el objetivo, implica inversión para lo cual es muy difícil en esta época donde en una vivienda pueden llegar a vivir hasta 5 personas adultas y solo 2 de ellas trabajan.

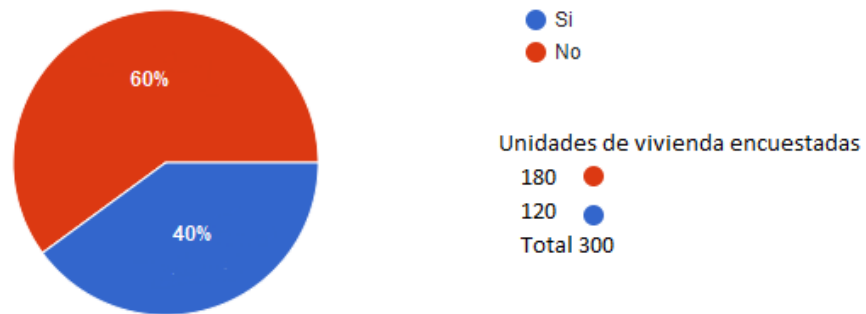
### 3. ¿Cuál es el promedio del consumo mensual de electricidad en tu casa?



Para la respuesta a este punto se puede evidenciar que el estrato 2, de esta unidad el consumo promedio está entre \$30.000 y \$60.000 pesos mensuales, cifra que nos va a ayudar a determinar la prudencia y reserva de realizar inversiones en el hogar, dado a que se debe determinar cuáles serían los beneficios y el tiempo de recuperación de la inversión de instalar toda la infraestructura de paneles solares.

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

## 4. Conoces sobre la energía a través de paneles solares fotovoltaicos para los hogares?

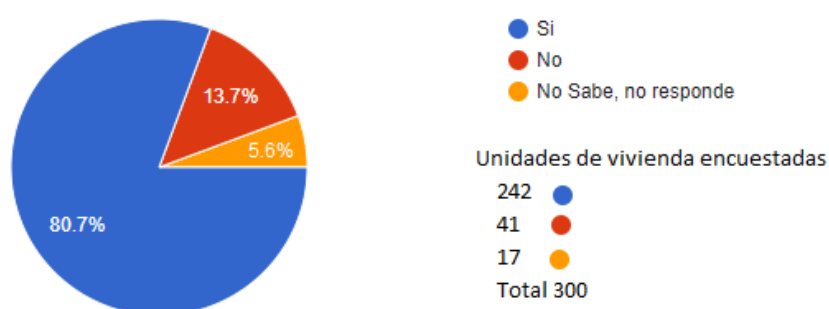


Con las respuestas a esta pregunta se puede evidenciar que son muy pocas las personas que conocen sobre la energía a través de paneles solares para los hogares, los encuestados mencionaban el tema de paneles solares, pero para grandes empresas y en su mayoría en otros países como Europa y EE UU.



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

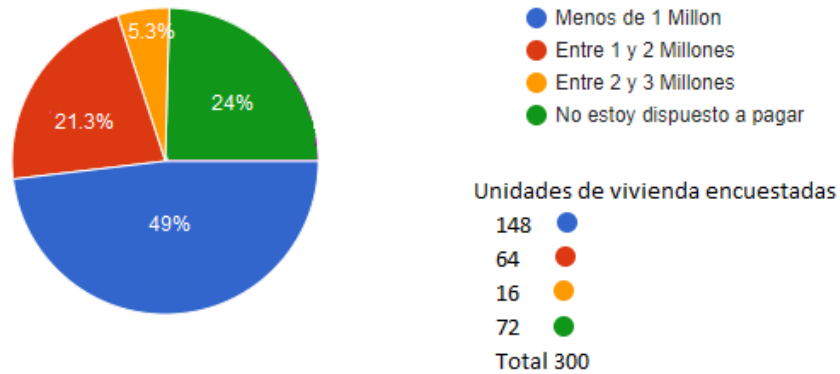
5. El sistema de paneles solares fotovoltaicos es una de las alternativas de energías renovables más limpia para la generación de energía eléctrica y para cuidar el medio ambiente, ya que éstas se encuentran en cantidades ilimitadas, y una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. De acuerdo a lo anterior estarías interesado en adquirir los productos y/o servicios de instalación de paneles solares fotovoltaicos?



Como se puede evidenciar la mayoría de las personas encuestadas estarían interesados en adquirir un sistema de paneles solares, esto teniendo en cuenta las limitantes de los costos asociados a un tipo de servicio de estas características y como serían los pagos de este, o en su defecto si el gobierno o las entidades prestadoras del servicio de energía los proveen.

ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

6. ¿Cuanto estarías dispuesto a pagar para convertir la energía eléctrica de tu hogar por un sistema de paneles solares fotovoltaicos ?



Para esta pregunta se evidencia que la mayoría de las personas realizaría una inversión menor o igual a un millón de pesos, y seguida de esta inversión están las personas que no pagarían nada, las cuales consideran que es el gobierno es el que debe invertir en estos cambios y que como usuarios pagar el servicio, porque este es un tema no solo de un segmento o grupo de personas sino de todo un país y que se debe extender a nivel mundial.

7. Te gustaría conocer sobre los diferentes tipos de energía renovable y su impacto en el medio ambiente, así como el tipo de instalación y productos a utilizar por medio de:



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

En las respuestas a esta pregunta se puede evidenciar que aunque a la gente le interesan temas de sostenibilidad y medio ambiente en su mayoría no le interesa conocer más de lo que se pueda llegar tener como un servicio básico primario en el hogar; aunque otro porcentaje significativo si quiere conocer a través de conferencias y esto va ligado a los cursos teórico prácticos porque las personas encuestadas hablan de recursos conseguidos por medio de beneficios del gobierno y que ellos mismos lo pudiesen instalar. De esta manera si fuera grato incluir este tipo de energía en el hogar más que todo para el bolsillo.

### *7.4.2.2 Análisis cualitativo.*

Para realizar la encuesta se le entrego la siguiente información a los residentes:

Se contextualizó y se les indico que existe normatividad al respecto como lo que se contempla en el decreto 0570 de 2018 que permite la entrada de energías renovables a la matriz energética del país.

Ilustración 5  
*Panel solar básico*



## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

### *7.4.2.2.1 Cuanto puede costar*

#### *7.4.2.2.1.1 ¿Cuánto cuesta generar 1 vatio con un panel solar?*

El costo por vatio actual es de 70 centavos de dólar. Es decir: un panel solar de 150 vatios cuesta alrededor de 103 dólares. En 1977, el precio era 100 veces mayor: 76 dólares por vatio, y para 1990 todavía era de poco menos que 10 dólares.

A partir de 2009 los precios han disminuido drásticamente, sin embargo este costo solo es para cuando se adquieren grandes cantidades de paneles.

En Colombia, cuando se trata de comprar una cantidad inferior a 10 paneles solares, el costo por vatio actual es de poco menos de 4 mil pesos, con paneles de 200 vatios vendiéndose por alrededor de 750 mil pesos.

En Colombia, instalar un sistema completo de energía solar para un hogar o un negocio pequeño cuesta alrededor de millones de pesos (valor de panel aproximado 300 Kwh, serian 12 paneles solares x \$750.000). A esta inversión debe sumarle el costo del mantenimiento que, según la zona en la que se encuentre, podría necesitarse con mayor o menor frecuencia. Que el dinero no lo asuste, los beneficios son grandes, tanto para el medioambiente como para la economía familiar, a largo plazo.

Con lo anterior se puede determinar que aunque es beneficiosa para el hogar como para el medio ambiente y dados los resultados de la encuesta, no es rentable para las viviendas del estrato 2 adquirir este tipo de servicios, ya que si bien se recupera de cierto modo la inversión, se evidencia que el común denominador es que se pague un promedio mensual de \$ 60.000 pesos, que con la

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

inversión de \$ 9.000.000 millones para instalar este sistema tiene una tendencia a recuperarse el valor en aproximadamente años, esto sin contar el pago de mantenimiento mensual.

- Valor panel \$ 750.000
- Cantidad de paneles 12
- Costo de paneles \$ 9.000.000
- Costo mensual promedio de energía teniendo en cuenta las encuestas \$ 60.000
- Servicio de energía convencional al año (12) = \$ 60.000 x 12 = \$ 720.000

7.4.2.2.1.2 En cuanto tiempo se recuperaría la inversión teniendo en cuenta el consumo actual:

\$ 720.000                      12 meses

\$ 9.000.000                      X

X = 150 meses equivalentes 12 años 5 meses.

7.4.2.2.1.3 Como se calcula su costo.

También se debe tener en cuenta para que se requiere el panel solar y cuantos dispositivos son los que se deben instalar, como, por ejemplo:

<b>Aparato</b>	<b>watts/h</b>	<b>Total, Watts/día</b>
TV	65w/h	780w/día
Video	75w/h	450w/día
Aire acondicionado	1300w/h	7800w/día

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Microondas	1000w/h	1000w/día
Nevera	250/500w/h	3000w/día <sup>11</sup>
Plancha	23 w/h	

Con lo anterior se puede determinar cuántos paneles solares requiere una vivienda, pero adicional a ello se debe realizar la siguiente operación:

Se toma una factura de servicios públicos y se revisa en la parte donde indica los Kwh consumidos de la vivienda, se multiplica este consumo diario promedio de Kwh por 1.000, para obtener la energía neta en watts que hay que captar:

En un consumo normal donde habitan 2 personas con Tv, equipos para acceso a internet, computador, nevera, equipo de sonido, plancha y lavadora es de 3,5 Kwh. con lo anterior sería:

$$\mathbf{3,5\ Kwh\ x\ 1.000\ =\ 3.500\ watts}$$

Este resultado se divide entre 5 horas, que es el promedio de luz día que sirve para que el panel pueda captar y almacenar energía eléctrica:

$$\mathbf{3.500\ /\ 5\ (Horas\ promedio\ de\ sol\ al\ día)\ =\ 700\ watts}$$

Finalmente se debe dividir los watts que se necesitan captar mediante los paneles; debido a que un panel casero suele contar con una capacidad de 60 watts, para lo cual se realiza la siguiente división:

$$\mathbf{3.500/60\ =\ 58\ paneles}$$

Entonces si el consumo diario se estima en 3,5 Kwh se necesitarían 58 paneles aproximadamente para captar la energía de consumo diaria.

---

<sup>11</sup> Una nevera puedes llegar a consumir 31,6% de la energía eléctrica de una casa

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Otra forma de saber cuántos paneles instalar se da por metro cuadrado teniendo en cuenta la fórmula anterior, y para ello se debe tener en cuenta la medida de los paneles solares, que pueden tener la siguiente referencia:

Referencia:

150 w      147.8 cm x 64,7 cm

250 w      164 cm x 99,2 cm

300 w      185,6 cm x 99,1 cm

Ilustración 6

*Tipos de tamaño de paneles*



Dado lo anterior se puede concluir que si es por metro cuadrado se requerirían:

**$3.500/300 = 11,6$  aproximando serían 12 paneles solares de referencia 300w (185,6 cm x 99,1 cm)**

instalación de paneles solares también dependerá de la irradiación solar que se tenga en la zona.

Como instalar un kit básico <sup>12</sup>

<sup>12</sup> Como instalar un kit básico <https://youtu.be/uE5NDFiv7IM>

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

Teniendo en cuenta los resultados, análisis de las encuestas, y el benchmarking realizado se puede concluir que:

En la canasta familiar energética del Municipio de Pereira no está incluida la energía solar fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica para los estratos económicos 1 y 2, debido a su alto costo, esto dado que el consumo en el segmento encuestado es bajo, lo cual no sería un segmento objetivo para este tipo de servicio; a no ser que se ejecute un plan desde el Estado donde se subsidie la instalación por temas de conservación del medio ambiente y que los habitantes solo paguen el servicio y/o consumo.

Con los anterior los beneficios que traería una integración de la energía solar en la planificación urbana de Pereira en los estratos socioeconómicos de los estratos 1 y 2, se reflejaría en la conservación del medio ambiente y beneficios a nivel económico a largo plazo, sin embargo debido a la alta inversión inicial que no se ajusta al presupuesto de las familias encuestadas, no lo evidencian como necesario, porque actualmente se abastece el suministro eléctrico a través del sistema tradicional y no les genera un gasto adicional.

### 7.5 Entrevista Constructora

Se realizo entrevista al Sr. Diego Fernando Mesa Gerente de la constructora GIBEA S.A.S donde se le pregunta por qué en el diseño de las unidades de vivienda residenciales no se incluye la energía solar fotovoltaica para satisfacer la demanda de energía eléctrica a lo que responde que debido al alto costo en su implementación por metro cuadrado no es viable, citando el caso que para abastecer el consumo de energía eléctrica de las zonas comunes y parqueadero de una unidad residencial para un para espacio 40 metros cuadrados el costo era de 80 millones.



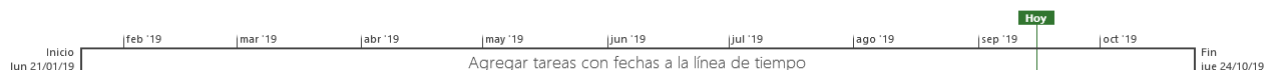
## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

## Desarrollo del proyecto de investigación

## 8.1 Línea de tiempo

## Ilustración 7

## Línea de tiempo



## 8.2 Cronograma de actividades

## Ilustración 8

## Cronograma

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Semestre 1, 2019												Semestre 2, 2019												Semestre 1, 2020												Semestre 2, 2020												Semestre 1, 2021											
							F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1		Proyecto de Investigación Energía Solar Fotovoltaica	199 días	lun 21/01/19	jue 24/10/19	66%																																																												
2	✓	Aprobación proyecto	30 días	lun 21/01/19	vie 1/03/19	100%																																																												
3	✓	Entrega de propuesta a UNAD	1 día	lun 21/01/19	lun 21/01/19	100%																																																												
4	✓	Respuesta de aprobación o cambio de proyecto	1 día	mar 22/01/19	mar 22/01/19	100%																																																												
5	✓	Asignación asesor	1 día	lun 21/01/19	lun 21/01/19	100%																																																												
6	✓	Inicio de actividades	155 días	vie 22/03/19	jue 24/10/19	66%																																																												
7	✓	Sesiones de trabajo con asesores iniciales	40 días	vie 22/03/19	jue 16/05/19	100%																																																												
8	✓	Sesión 1	1 día	vie 22/03/19	vie 22/03/19	100%																																																												
9	✓	Entregable 1	1 día	vie 5/04/19	vie 5/04/19	100%																																																												
10	✓	Revisión de entregable 1	1 día	lun 22/04/19	lun 22/04/19	100%																																																												
11	✓	Diseño encuesta	11 días	lun 22/04/19	sáb 4/05/19	100%																																																												
12	✓	Validación encuesta con asesor del proyecto y ajustes	1 día	mar 7/05/19	mar 7/05/19	100%																																																												
13	✓	Gestión de insumos Fase I	14 días	mié 8/05/19	dom 26/05/19	81%																																																												
14	✓	Selección unidad de vivienda a encuestar	30 días	mié 8/05/19	mar 18/06/19	100%																																																												
15	✓	Ajustes encuesta	30 días	mié 8/05/19	mar 18/06/19	100%																																																												
16	✓	Consolidación trabajo puntos a elaborar de la guía entregada por la UNAD	137 días	vie 22/03/19	lun 30/09/19	70%																																																												
17	✓	Entrega cronograma ajustado versión 2	22 días	vie 16/08/19	dom 15/09/19	100%																																																												
18	✓	Revisión encuesta ajustada por equipo de trabajo	1 día	sáb 14/09/19	sáb 14/09/19	100%																																																												
19	✓	Gestión de insumos Fase II	25 días	dom 1/09/19	dom 6/10/19	0%																																																												
20	✓	Desarrollo de las encuestas	20 días	dom 1/09/19	jue 26/09/19	0%																																																												
21	✓	Tabulación de las encuestas	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																												
22	✓	Análisis de la información	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																												
23	✓	Informe resultados de la encuesta, incluir en trabajo	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																												
24	✓	Conclusiones	5 días	mar 1/10/19	dom 6/10/19	0%																																																												
25	✓	Gestión de insumos Fase III	14 días	dom 6/10/19	jue 24/10/19	0%																																																												
26	✓	Consolidación y revisión del trabajo	5 días	dom 6/10/19	jue 10/10/19	0%																																																												
27	✓	Subir versión completa del proyecto a la plataforma	3 días	jue 10/10/19	sáb 12/10/19	0%																																																												
28	✓	Revisión y ajustes asesor	7 días	dom 13/10/19	sáb 19/10/19	0%																																																												
29	✓	Ajustes equipo en trabajo	3 días	dom 20/10/19	mar 22/10/19	0%																																																												
30	✓	Subir versión final equipo de trabajo	2 días	mié 23/10/19	jue 24/10/19	0%																																																												
31	✓	Aprobación trabajo proyecto de investigación	5 días			0%																																																												
32	✓	Sustentación	1 día			0%																																																												

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

## 8.3 Recursos necesarios

Tabla 1  
*Recursos necesarios*

<b>RECURSOS NECESARIOS</b>		
<b>RECURSO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRESUPUESTO (\$)</b>
Equipo Humano	Profesionales -Francy Marcela Linares Pachón / Diana Marcela Mena Acevedo  Asesor- Pablo Fernando Sánchez	\$7.000.000
Equipos y Software	2 equipos de cómputo, Correo electrónico, Office, Acceso a internet	\$3.000.000
Materiales y suministros	Papelería	\$90.000
	Stand	\$100.000
	Publicidad	\$50.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 10.240.000</b>

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

## 8.4 Resultados esperados

Tabla 2

*Resultados esperados*

RESULTADOS O PRODUCTOS ESPERADOS		
RESULTADO/PRODUCTO ESPERADO	INDICADOR	BENEFICIARIO
Dar a conocer a la comunidad el sistema de paneles solares fotovoltaicos como una alternativa de energías renovables para la generación de energía eléctrica y el costo de implementación en el sector residencial.	<p>Cantidad de usuarios interesados en utilizar este tipo de energía*100/cantidad de usuarios encuestados.</p> <p>Cantidad de usuarios interesados en pagar en su implementación /Cantidad de usuarios encuestados.</p> <p>Cantidad de usuarios interesados en pagar por su implementación /Cantidad de usuarios interesados en implementarlo.</p>	<p>Medio ambiente</p> <p>Usuarios finales de vivienda</p>

## Conclusiones

- Con la integración de la energía solar fotovoltaica en la canasta energética en el municipio de Pereira se obtienen múltiples beneficios entre los principales se tiene que permite la sostenibilidad del sistema energético al disminuir el riesgo de una crisis energética al depender de una sola fuente de energía como la hidráulica, que a pesar de ser una fuente renovable enfrenta dificultades debido al cambio climático que ha sido generado por el efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles, mientras la energía Solar es una fuente inagotable, es segura y amigable con el medio ambiente al no generar contaminación y debido a las innovaciones en la tecnología y a la producción en escala ocasionado por la demanda que ha crecido exponencialmente en los últimos años a nivel mundial ha permitido disminuir sus costos, sin embargo como desventaja se tiene que a pesar de la disminución considerable de los costos de esta tecnología su implementación es costosa para los estratos socioeconómicos bajos y medio, generando que se dificulte la transición a este tipo de energía eléctrica que sin discusión alguna mejora la calidad de vida de las personas al permitir satisfacer sus necesidades sin afectar el medio ambiente lo que se refleja en la salud física y mental de sus habitantes, por lo que este tipo de servicios dada la investigación deben desarrollarse con proyectos sociales, dado a los beneficios que se pueden obtener a nivel energético, de usuario final, de sostenibilidad y de protección al medio ambiente.
- Con el avance tecnológico la energía solar fotovoltaica se ha convertido en una de las fuentes de energía renovable no convencional más atractivas y sumado al potencial

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

solar de Pereira, que cuenta con varias posibilidades para la instalación de este sistema, desde un kit básico que puede ser instalado por cualquier persona con un manual o con un sistema altamente parametrizado instalado por expertos o través de la conexión eléctrica local, contando con los diferentes tipos de paneles que cada vez son mucho más eficientes energéticamente hablando.

- A pesar del esfuerzos del Gobierno en integrar las fuentes de energías renovables en la canasta energética a través de la ley 1715, como el otorgar incentivos a los equipos utilizados para la instalación de los sistemas solares fotovoltaicos, permitiendo un mayor acceso a esta tecnología al disminuir los precios de estos, al contar con la exoneración del impuesto IVA, exoneración al pago de derechos arancelarios de maquinaria y reducción hasta de un 50% del impuesto de renta, su inversión continua siendo alta, por lo que su implementación es poco atractiva para los usuarios de los estratos socioeconómicos 1 y 2, que prefieren invertir en necesidades más prioritarias.
- Pereira cuenta con potencial solar para el abastecimiento de energía solar fotovoltaica y es importante tener en cuenta que antes de su implementación en una vivienda es necesario conocer el consumo de energía, cantidad de equipos a conectar y el tiempo de uso de estos, con el fin de determinar cuántos paneles solares y equipos se requieren para soportar la demanda energética del predio y el costo de su implementación y así no generar desabastecimiento del fluido eléctrico y daños en los equipos.
- Al consultar con uno de los funcionarios de la Empresa de Energía de Pereira encargado del proyecto de energía renovables, sobre la viabilidad de implementar la energía solar en el sector urbano en las unidades de vivienda de estratos 1 y 2,

## ENERGIA SOLAR: SECTOR URBANO

manifiesta que es poco atractivo para la empresa ofrecer el servicio debido a que estos estratos reciben subsidio del gobierno al consumo y adicionalmente el consumo no es suficiente para garantizar su viabilidad económica, por lo que este servicio está más enfocado a los predios de los estratos 5, 6, comercial y rural que generan mayores consumos.

## Recomendaciones

Es innegable que con la integración de la energía solar fotovoltaica en la canasta energética, se contribuye a la mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero, lo que conlleva a mejorar las condiciones de vida de las personas y aunque en la actualidad la inversión en su implementación es alta, los costos de los equipos se reducirán debido al efecto de la economía de escala debido a la creciente demanda de estos, por ello se requiere de la intervención del gobierno local y nacional con el fin de apalancarlo como un proyecto social, que patrocine la implementación de esta fuente de energía a través de la empresa de energía local, en donde no se requiere la instalación de equipos en las unidades de vivienda, sino que se suministraría a través de la red local como actualmente se ofrece el servicio de electricidad con la diferencia que la energía generada no es producida a través de agua sino del sol.

Es por ello que debe visualizar la energía solar como un aliado por lo que se requiere que la regulación sea dinámica facilitando la posibilidad de cambios y ajustes políticas que permita que los predios actuales y los nuevos integren la energía solar fotovoltaica como alternativa para el suministro de energía eléctrica y así poco a poco se inicie con la diversificación de la canasta energética.

## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

## Referencias bibliográficas

- Abuso de energía eléctrica causa daño al medio ambiente.* (11 de enero de 2013). SEMANA. Recuperado de <https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/abuso-energia-electrica-causa-danosmedio-ambiente/28974>
- Amazonas cuenta con un sistema de energía sostenible.* (26 de septiembre de 2017). DINERO. Recuperado de <https://www.dinero.com/empresas/confidencias-online/articulo/amazonas-cuenta-con-sistemade-energia-sostenible/250311>
- Alcaldía de Pereira (2017). *Anuario estadístico Presupuesto general asignado – Ciudad de Pereira.* Recuperado de <http://www.pereira.gov.co/Ciudadanos/Presupuesto%20Participativo/Anuario%20Estadistico%20.pdf>
- Bautista, J. (2017, 3 de diciembre). *Una granja solar, la nueva apuesta de EPM.* EPM. Recuperado de <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/la-granja-solar-que-construira-epm-512256>
- Beneficios de la energía solar.* (31 de julio de 2018). CELSIA. Recuperado de <https://blog.celsia.com/beneficios-de-la-energia-solar>
- Clavijo, S. (2019, 25 de enero). *Dinámica de la demanda de energía en 2018 y perspectivas 2019.* LR La Republica. Recuperado de <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/dinamica-de-lademanda-de-energia-en-2018-y-perspectivas-2019-2819927>
- Colombia y la crisis energética.* (14 de abril de 2016). LAUMAYER. Recuperado de <https://laumayer.com/novedades-y-publicaciones/ano-2018-diciembre/colombia-y-la-crisis-energetica/>
- Congreso de la Republica de Colombia (2014). *Ley 1715 del 13 de mayo de 2014 Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.* Bogotá D.C.: Congreso de la República de Colombia.
- ¿Cuál es el futuro de la energía en Colombia después de Hidroituango?* (1 de junio de 2018).? SEMANA. Recuperado de <https://sostenibilidad.semana.com/tendencias/multimedia/crisis-en-hidroituango-cual-es-elfuturo-de-la-energia-en-colombia/41017>
- Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Decreto 0570 de 2018. Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1070 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones.*



## ENERGÍA SOLAR: SECTOR URBANO

- Ministerio de Minas y Energía. (2015). *Resumen ejecutivo Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Recuperado de [http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_INTEGRACION\\_ENERGIAS\\_UPME2015.pdf](http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/RESUMEN_EJECUTIVO_INTEGRACION_ENERGIAS_UPME2015.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2015). *Resolución 0549 de 2015 Por la cual se reglamenta el capítulo 1 del título 7 de la parte 2, del libro 2 del decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- Proyectos de energía solar que debes conocer en Colombia*. (21 de junio de 2018). EPSA una empresa CELSIA. Recuperado de <https://blog.celsia.com/proyectos-de-energia-solar-en-colombia>
- Pulido, L. (2017, 19 de mayo). *La energía solar, una tendencia que crece en Antioquia*. El COLOMBIANO. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/negocios/innovacion/uso-de-energia-solar-enantioquia-BY6562726>
- Zambrano, D. (2018, 19 de abril). *Los paneles solares que flotan sobre el embalse Guatapé*. El COLOMBIANO. Recuperado de <http://www.elcolombiano.com/antioquia/paneles-solares-en-la-represa-deguatape-antioquia-YC8567265>
- Zalamea-León, E., & Quesada, F. (2017). *Criterios de integración de energía solar activa en arquitectura. Potencial tecnológico y consideraciones proyectuales*. *Revista de Arquitectura*, 9(1), 56-69. doi: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.1.1018>