

**UNIVERSIDAD EAN**

***INFORME TÉCNICO RESULTADO DE INVESTIGACIÓN***

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN – ESPECIALIZACIÓN**

**MODELO USO DE ENERGÍA RENOVABLE FOTOVOLTAICA CASO USO COLINA  
CLUB RESIDENCIAL EN BOGOTÁ D.C.**

**NOMBRES DE LOS AUTORES:**

**EDWIN VASQUEZ Q**

**FABRIZIO CASTRILLON**

**JORGE GALVIS**

**SILVIA NATALIA ROMERO**

**YESENIA CEBALLOS**

**BOGOTÁ, 2020**

## RESUMEN

La energía eléctrica es uno de los recursos más utilizados a nivel mundial; hace que funcionen las industrias, las residencias y los hogares y cada día que pasa somos más dependientes de su funcionamiento haciéndose más imprescindible. Esto genera que sus costos de producción sean altos, igual que sus grandes emanaciones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, que incrementan la contaminación del planeta tierra. Dado lo anterior, se buscan nuevas alternativas de generación energética; es por ello por lo que las energías renovables recientemente han venido tomando participación en el mercado energético, como una solución estratégica y óptima a las problemáticas evidenciadas, para este caso, se desea implementar energía solar, ya que es considerada una de las más eficientes y el sol, su fuente inagotable de energía.

La matriz energética de Colombia se compone de distintas fuentes de generación, donde las energías tradicionales como la hidroeléctrica y la energía proveniente del carbón toman el protagonismo. Lo que se quiere con este trabajo, es promover la participación de la energía solar en el sector residencial en la ciudad de Bogotá, para esto se destaca sus múltiples beneficios económicos y su flexibilidad a la hora de la instalación.

Se encuentra este documento, los diferentes entes públicos y privados que fomentan este tipo de iniciativas, los cuales, a su vez, se han convertido en los promotores de políticas para incentivar el desarrollo de estas tecnologías que son una necesidad apremiante, especialmente en Colombia, que cuenta con muchas zonas no conectadas o no interconectadas a la red eléctrica (ZNI).

## ABSTRACT

Electric energy is one of the most widely used resources worldwide; It makes industries, residences and homes work and every day we are more dependent on how it works, making it more essential. This causes that its production costs are high, as well as its large CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere, which increase the pollution of planet earth. Given the above, new energy generation alternatives are sought; this is why renewable energies have recently been taking part in the energy market, as a strategic and optimal solution to the evident problems, in this case, it is desired to implement solar energy, since it is considered one of the most efficient and the sun, its inexhaustible source of energy.

Colombia's energy matrix is made up of different generation sources, where traditional energies such as hydroelectric and fossil energy take center stage. This work wants to promote the participation of solar energy in the residential sector in Bogotá city; for this, its multiple economic benefits and its flexibility at the time of installation stand out.

This document can be found, the different public and private entities that promote this type of initiatives, which, in turn, have become the promoters of policies to encourage the development of these technologies that are a highly needed, especially in Colombia, It has many areas not connected or not interconnected to the electrical network (ZNI).

## TABLA DE CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>2</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1. ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	4
2. HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA.....	4
3. INFRAESTRUCTURA .....	5
4. ESTADO DEL MERCADO: .....	10
5. COSTOS .....	13
6. POLÍTICA .....	17
<b>MARCO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>20</b>
<b>METODOLOGÍA GENERAL.....</b>	<b>21</b>
<b>DEFINICIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>24</b>
1. VARIABLE OPINIÓN DE INTERESADOS. ....	24
2. VARIABLE DIAGNÓSTICO. ....	25
3. VARIABLE VIABILIDAD. ....	26
4. VARIABLE DISEÑO DE MODELO. ....	29
5. VARIABLE DIVULGACIÓN.....	29
<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL .....</b>	<b>31</b>
<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL .....</b>	<b>34</b>

<b>METODOLOGÍA PARTICULAR.....</b>	<b>36</b>
1. OPINIÓN DE LOS INTERESADOS.....	36
a) <i>Preparación de la Encuesta</i> .....	36
b) <i>Desarrollo de la Encuesta</i> .....	37
c) <i>Valoración de la Encuesta</i> .....	39
2. VARIABLE DIAGNÓSTICO.....	39
3. VARIABLE VIABILIDAD.....	40
a) <i>Técnica</i> .....	41
b) <i>Económica</i> .....	41
c) <i>Ambiental</i> .....	42
4. DISEÑO DE MODELO.....	44
a) <i>Paso a paso para la realización del modelo para el uso de energía fotovoltaica</i> .....	44
b) <i>Implementación del modelo</i> .....	45
5. VARIABLE DIVULGACIÓN.....	46
<b>MEDICIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>50</b>
<b>ANÁLISIS DE VARIABLES.....</b>	<b>51</b>
1. OPINIÓN DE LOS INTERESADOS.....	51
2. VARIABLE DIAGNÓSTICO.....	54
3. VARIABLE VIABILIDAD.....	60
a) <i>Aspecto Técnico</i> .....	60
b) <i>Aspecto Económico</i> .....	67
c) <i>Aspecto Ambiental</i> .....	73
4. REALIZACIÓN DEL MODELO.....	75
5. DIVULGACIÓN.....	76
a) <i>Variable Medio</i> .....	76
b) <i>Variable método</i> .....	76
c) <i>Variable mensaje</i> .....	80
<b>OBSERVACIONES.....</b>	<b>81</b>

<b>RESULTADO .....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
1. GENERAL .....	85
2. ESPECÍFICOS .....	85
<b>LISTA DE REFERENCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
1. ENTREVISTAS .....	93
2. COLECTOR HC-50.....	104
3. PANEL POLY-SI - TSM-PC05 235W.....	106

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1 Análisis del Problema. ....	1
Figura 2 Sistema de Interconexión Nacional. [6].....	7
Figura 3 Radiación Global Horizontal Medio Diario Anual. [IDEAM, 2014. [10]]. ....	8
Figura 4 Brillo Solar Medio Diario (Horas)[IDEAM, 2014. [10]]. ....	8
Figura 5 [Geovisor Directorio estadístico, Dane, 2018. [13]].....	11
Figura 6 Boletín estadístico de minas y energías. [16]. ....	13
Figura 7 Variación regional en el costo nivelado de electricidad (LCOE) para recursos de nueva generación entrando en servicio en 2025 (dólares de 2019 por megavatio) [19].....	15
Figura 8 Marco normativo y autoridades competente [25].....	17
Figura 9 Etapas del proyecto y la aplicación a los incentivos [25].....	18
Figura 10 Marco normativo y autoridades competentes [MME-UPME, 2014. [25]].....	19
Figura 11 Características del enfoque cualitativo de investigación.[31].....	22
Figura 12 Dependencia de Variables. Viabilidad.....	28
Figura 13 Variable Diseño de modelo.....	29
Figura 14 Variable Divulgación.....	30
Figura 15 Metodología para la Opinión de los Residentes .....	38
Figura 16 diagrama de flujo proceso fabricación modelo.....	46
Figura 17 Esquema de Divulgación. ....	47
Figura 18 Diagrama de Divulgación General. ....	49

Figura 19 Resultados pregunta 1.....	53
Figura 20 Resultados pregunta 2.....	53
Figura 21 Dependencia de la Inversión.....	54
Figura 22 Zona de Juegos Infantiles y pasillos comunes exteriores .....	55
Figura 23 Tabla de consumo energético del Conjunto Residencial. ....	56
Figura 24 Techo del Vestier de la Piscina. Techo del Vestidor de la Piscina, 53 m <sup>2</sup> . Área de la piscina, 37 m <sup>2</sup> .....	57
Figura 25 Parqueadero Descubierto B, 523 m <sup>2</sup> . ....	58
Figura 26 Colina Club Residencial en Bogotá D.C .....	61
Figura 27 Radiación Solar En Bogotá [10] .....	62
Figura 28 Radiación Solar En Bogotá [46] .....	62
Figura 29 Demanda de energía anual para calentar la piscina a 30°C. Con una utilización del 100%.....	64
Figura 30 Energía generada por los paneles instalados en el techo del Vestier de la Piscina.....	65
Figura 31 Consumos anuales de combustible. ....	65
Figura 32 Demanda de energía para el proyecto de generación de electricidad. ....	66
Figura 33 Energía generada por los paneles instalados en el parqueadero descubierto B. ....	67
Figura 34 Análisis financiero solución de calentamiento solar.....	69
Figura 35 Flujo de caja para el calentamiento solar.....	70
Figura 36 Análisis financiero solución de generación eléctrica.....	71
Figura 37 Flujo de caja para la generación de electricidad .....	72
Figura 38 Comparativo de emisiones de CO <sub>2</sub> en los dos casos para el calentamiento solar. ....	73
Figura 39 Comparativo de emisiones de CO <sub>2</sub> en los dos casos generación eléctrica. ....	74

Figura 40 Cartelera Ascensores.....	77
Figura 41 Cartelera entrada principal.....	78
Figura 42 Cartelera recepción .....	79
Figura 43 Buzón físico en recepción.....	79
Figura 44 Modelo de divulgación .....	83
Figura 45 Modelo de divulgación .....	84
Tabla 1 Capacidad Instalada en Colombia.[6] .....	6
Tabla 2 Variación regional en el costo nivelado de electricidad (LCOE) para recursos de nueva generación entrando en servicio en 2025 (dólares de 2019 por megavatio) [18].....	14
Tabla 3. Resumen de las encuestas a residentes.....	52
Tabla 4 Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación [49].....	55
Tabla 5 factor de la demanda del sistema de alumbrado [49].....	56
Tabla 6 División de Áreas.....	57
Tabla 7 Cálculo de áreas disponibles.....	58
Tabla 8 Cargas eléctricas por área [49].....	60
Tabla 9 Costos instalación de calentador solar .....	68
Tabla 10 Costos instalación del generador de electricidad .....	71

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se identifica como un problema creciente y apremiante que no se están implementando las energías renovables en las edificaciones en ciudades como Bogotá, donde se presenta el mayor volumen de consumo eléctrico. Es un problema, ya que como es conocido, la energía eléctrica proviene generalmente de las hidroeléctricas, del carbón y de los combustibles fósiles, siendo estas dos últimas fuentes, las más contaminantes ambientalmente y más perjudiciales para todos los tipos de vida en el planeta tierra, por ejemplo, en Colombia durante el mes de agosto de 2018 la generación eléctrica en el país emitió 577.732 toneladas de CO<sub>2</sub> [6].

El desarrollo de un mix energético más diverso y sostenible para la región se reconoce como una necesidad fundamental.

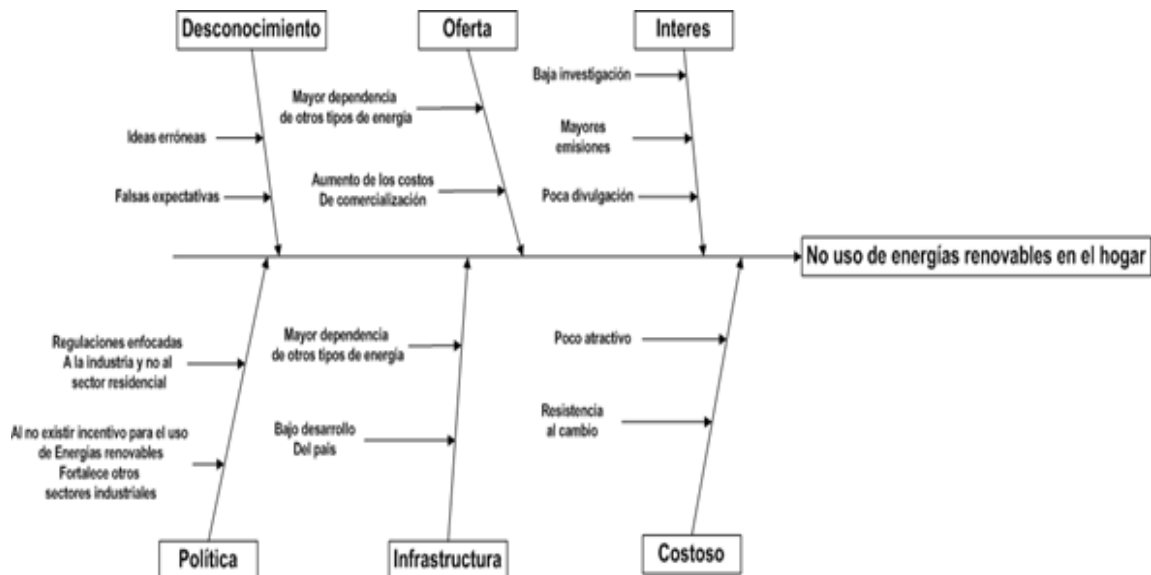


Figura 1 Análisis del Problema. [Elaboración Propia]

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un modelo para el uso de energía renovable fotovoltaica caso uso conjunto residencial Colina Club de Bogotá.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar los principales factores por los cuales no se usan actualmente energías fotovoltaicas en el conjunto residencial Colina Club.
2. Identificar los puntos que más se ajusten a la sustitución de energía convencional a fuentes alternativas.
3. Analizar la viabilidad técnica, económica, ambiental de aplicaciones fotovoltaicas.
4. Diseñar el modelo para la aplicación de la tecnología fotovoltaicas en conjuntos residenciales.
5. Divulgar los beneficios del uso de la energía renovable fotovoltaica.

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación propone establecer un modelo práctico que contenga los pasos y las mejores prácticas en la implementación de la tecnología fotovoltaica en soluciones del hogar, aclarar y documentar los procedimientos; mediante las diversas metodologías existentes de configuración, planeación, diseño, instalación y puesta en marcha de sistemas fotovoltaicos, se busca además recopilar toda la información requerida para evaluar la viabilidad de un proyecto de energía fotovoltaica en un conjunto residencial, fácilmente homologables parámetros para otros proyectos de características similares.

Para el mundo y en especial para Colombia siendo un país que por sus características y ubicación tiene un gran potencial para el uso y establecimiento de la energía fotovoltaica, en la actualidad es primordial y necesario establecer buenas prácticas y modelos confiables que permitan el crecimiento de esta tecnología, creando escenarios sostenibles y sustentables fácilmente replicables que incentiven el uso de esta tecnología, unidos a proyectos nacionales como los ejecutados por UPME, los nuevos planes en los diferentes planes de ordenamiento territorial (POT), la economía naranja promovida por el gobierno nacional entre otros; para así reformar una cultura ambientalmente responsable.

## MARCO TEÓRICO

### 1. Energía Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico, es decir, sin utilizar ningún tipo de movimiento mecánico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones de cualquier escala [1].

El efecto fotoeléctrico se puede explicar de manera sencilla así; Si se ilumina una placa metálica con un haz de luz con la frecuencia apropiada, se emitirán electrones en su superficie. Es decir, los fotones incidentes con una energía que depende de su longitud de onda (frecuencia) alcanzan la superficie y el electrón absorbe dicha energía; si esta energía es suficiente para superar su función de trabajo, el electrón puede ser arrancado del material y viajar por la superficie.

El efecto fotoeléctrico depende de la frecuencia del haz incidente (Energía de los fotones) y no de su intensidad [2].

### 2. Historia De La Energía Solar En Colombia

La energía eléctrica llegó a Colombia a mediados de los años 20, donde se conoce que se empezó a explotar la energía hidroeléctrica como interés público; hasta el momento las energías renovables no estaban en el radar de nuestro país, sin embargo, ya se tenían algunos desarrollos incipientes en

otros países, donde principalmente se utilizaba como fuente de calor; la tecnología consistía en calentar agua a través de tubos que eran expuestos a los rayos del sol [3].

Los primeros ensayos y descubrimientos realizados en este ámbito fueron en 1839 por el físico francés Alexandre - Edmond Becquere, el cual, realizando experimentos en una solución semiconductor, se dio cuenta de la variación del voltaje, cuando esta se exponía a la luz solar. Becquere no pudo explicar bien este fenómeno, hasta que llegó Albert Einstein y profundizó acerca de estos principios.

A mediados de los años 70 esta tecnología ya había sido mejorada y reproducida, con lo que se logró la energización de la primera nave espacial por medio de celdas solares [4].

En los años 80 en Colombia, la empresa Telecom adquirió una serie de generadores fotovoltaicos para radioteléfonos en zonas rurales.

Desde allí la tecnología siguió usándose de manera paulatina, hasta que en el 2014 surgió la ley 1715, la cual buscaba promover beneficios tributarios para quien implemente estas tecnologías [5].

### **3. Infraestructura**

La generación eléctrica en Colombia se realiza a partir de diversas fuentes, tales como: hidráulica, térmica y eólica, siendo dominada casi en su totalidad por las dos primeras. La ubicación geográfica de las plantas de generación se concentra en las regiones noroeste y centro del país.

La tabla 1. muestra la capacidad instalada en el país y su distribución de acuerdo con el recurso aprovechado [6].

<b>Tecnología</b>	<b>Capacidad Efectiva Neta</b>	<b>Capacidad Efectiva (%)</b>
ACPM	1240	7,00
AGUA	12258,4	69,18
BAGAZO	142,7	0,81
BIOGÁS	4	0,02
CARBÓN	1727	9,75
COMBUSTÓLEO	309	1,74
GAS	1703,3	9,61
JET-A1	44	0,25
GAS - JET-A1	264	1,49
SOLAR	9,8	0,06
VIENTO	18,4	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>17720,6</b>	<b>100</b>

*Tabla 1 Capacidad Instalada en Colombia.[6]*

Los datos reflejan que 69,18% de la capacidad corresponde a fuentes hídricas, seguida por las termoeléctricas con una participación del 29,84%, la participación de fuentes renovables aún es muy pequeña en el mercado nacional con cerca del 1% [7]. Lo que refleja una matriz de generación aun pobre, a pesar de tratarse un país con una amplia riqueza de recursos naturales y una situación geográfica y climática privilegiada [8].

En general, en Colombia las fuentes renovables sostenibles no se emplean o apenas alcanzan un nivel marginal. El sistema eléctrico colombiano cuenta con 1.4 GW instalado en pequeños aprovechamientos hidráulicos, 20 MW en recursos eólicos y apenas 10 MW en recursos solares; sin embargo, si se consideran los proyectos de generación renovables impulsados por entidades como la UPME, se espera que para el año 2023 el país cuente con más de 3GW instalados a partir de estas fuentes [9].

Actualmente, la preocupación mundial respecto a los efectos inevitables debido al cambio climático y al uso de los recursos naturales, especialmente recursos fósiles generadores de gases de efecto invernadero, para la generación eléctrica, ha llevado a replantear los esquemas de producción energética para satisfacer las demandas y hacer un mejor uso de los recursos naturales disponibles [8].

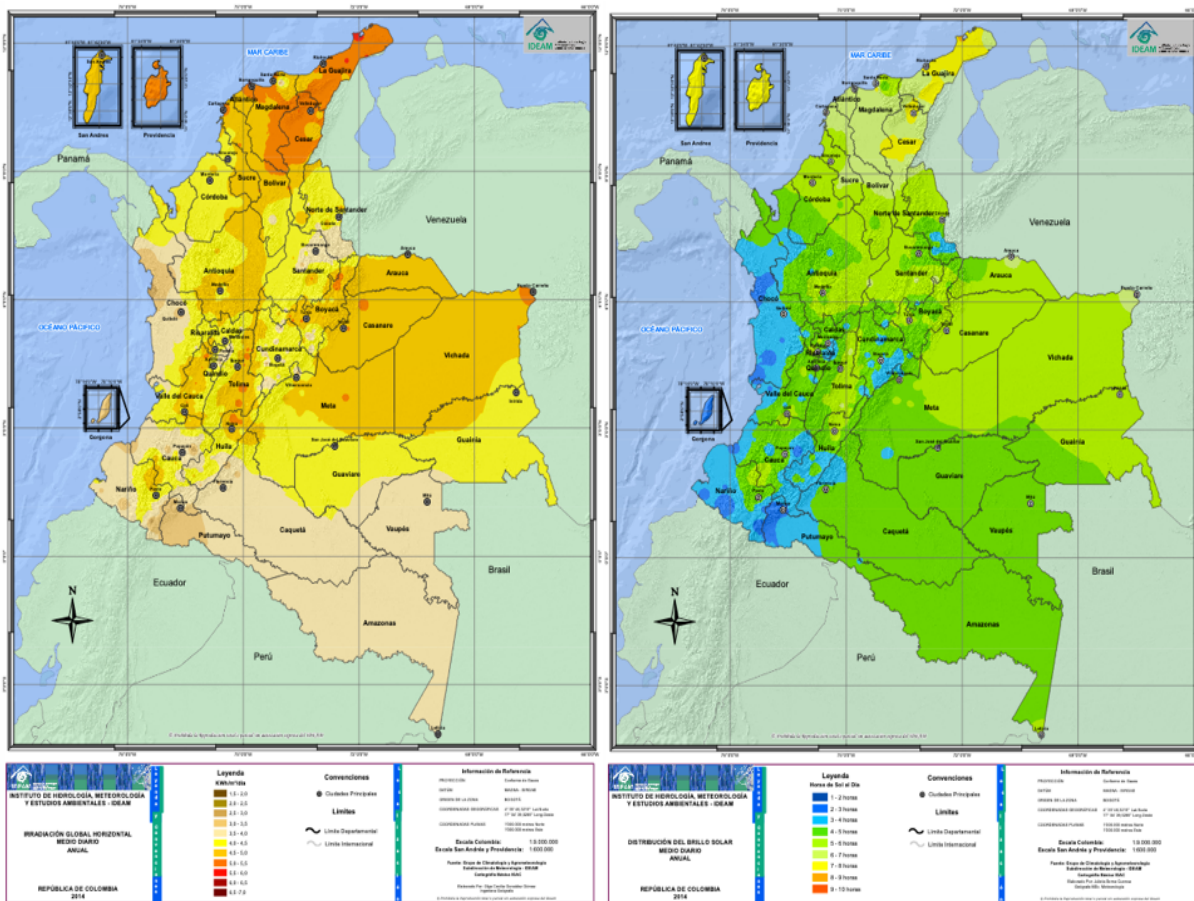
En el caso de Colombia, gran parte de su territorio corresponde a áreas selváticas de difícil acceso geográfico y social, llevar el SIN (Sistema de interconexión nacional) podría resultar demasiado costoso para el nivel de demanda de estas áreas, por ello es importante que en Colombia se incentive la implementación de energías alternativas; aprovechando su amplia riqueza en recursos naturales [8]. Ver Figura 2, aproximadamente el 40% del territorio recibe energía a través del SIN.



Figura 2 Sistema de Interconexión Nacional. [6]

Las posiciones geográficas y astronómicas de Colombia permiten una radiación solar constante por lo cual constituye una fuente estable para su aprovechamiento en generación de energía eléctrica; ya que la mayor parte de su territorio, ya sean áreas interconectadas o no al SIN, cuentan con un recurso de irradiación solar promedio de 194 W/m<sup>2</sup> y de radiación solar promedio de 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/d, la cual supera el valor promedio mundial de 3,9 kWh/m<sup>2</sup>/d [5].

Las figuras 3 y 4, muestran los mapas de radiación global horizontal y las horas de brillo solar medio respectivamente para Colombia [10]. Como se puede observar, ciudades como Bogotá, Tunja, Cali, Medellín; pueden alcanzar valores entre 4 y 4,6 kWh/m<sup>2</sup>, y otras zonas de la geografía nacional, como la Guajira, cuentan con recursos solares por el orden de los 5,0 y 6,0 kWh/m<sup>2</sup>, pudiendo con esto garantizar la generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos.



Adicionalmente, las horas de sol disponibles en el país alcanzan altos valores entre 4 y 8 horas diarias promedio, las que constituyen condiciones muy favorables, incluso mejores que las presentes en otros países donde hacen uso de la tecnología, para su implementación en Colombia. Las condiciones descritas podrían acarrear el descongestionamiento del SIN y a su vez incentivar la inversión en las zonas que no cuentan con la interconexión. [5]

En general, las principales aplicaciones de la energía fotovoltaica en el país se han reducido a suplir la demanda de viviendas aisladas o rurales (electrodomésticos) y bombeo de agua. Indicando un desarrollo incipiente con algunos aprovechamientos a pequeña escala. Sin embargo, en los últimos años, el interés por el desarrollo de esta tecnología en el país ha aumentado y sectores como el público, el privado, así como la academia han impulsado los proyectos de generación fotovoltaica, los cuales se encuentran en diversos estados de implementación.

Estos proyectos pueden ser estudiados en entidades como la UPME y su programa Sistema de Gestión de Información y Conocimiento en Fuentes No Convencional de Energía Renovable en Colombia (SGI&C – FNCER).

En este programa se busca incentivar el aprovechamiento de los recursos solares del país e integrarlos al SIN a través de una estrategia dirigida al desarrollo de sistemas de autogeneración de pequeña escala, sector en el que el *LCOE* (Costo Nivelado de Energía, por su sigla en inglés) de la electricidad fotovoltaica pueden ser competitivos frente las tarifas pagadas por los usuarios residenciales y comerciales [11].

#### **4. Estado del mercado:**

Principales actores públicos y privados en el desarrollo de energías alternativas en Colombia [12].

##### **Actores Públicos**

- Ministerio de Minas y Energía (MME).
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).
- Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE) para las Zonas No Interconectadas (ZNI).
- Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
- Centro Nacional de Despacho (CND)
- Sistema de Información de Eficiencia Energética y Energías Alternativas (SI3EA)
- Sistema Integrado de Gestión de Ministerio de Minas y Energía (SIGME).
- Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC).
- Liquidación y Administración de Cuentas (LAC).

##### **Actores Privados**

- Corporación para la Energía y el Medioambiente (CORPOEMA).
- SER Colombia: Asociación de Energías Renovables.
- XM (filial de ISA): Operación y Administración del Mercado.
- Asociación Colombiana de Distribuidores de Energía Eléctrica (ASOCODIS).
- Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (ACOLGEN).

- Cámara de Grandes Consumidores de Energía y Gas de ANDI.
- Colombia Compra Eficiente: Sistema de información sobre licitaciones públicas.
- Asociación Colombiana de Energías Renovables (ACER)

Según el directorio nacional de empresas realizado por el DANE en 2018 en las que se encuentran inscritas 841.725 empresas y 1.291.783 actividades económicas. Se evidencia que no se encuentran mapeadas empresas por concepto de generación de energías renovables, pero sí un listado de 43 empresas generadoras de energías eléctricas en Cundinamarca, aunque se encontraron algunas empresas encargadas de la estas aún no se encuentran mapeadas por el gobierno de forma clara [13]. Ver figura 5.

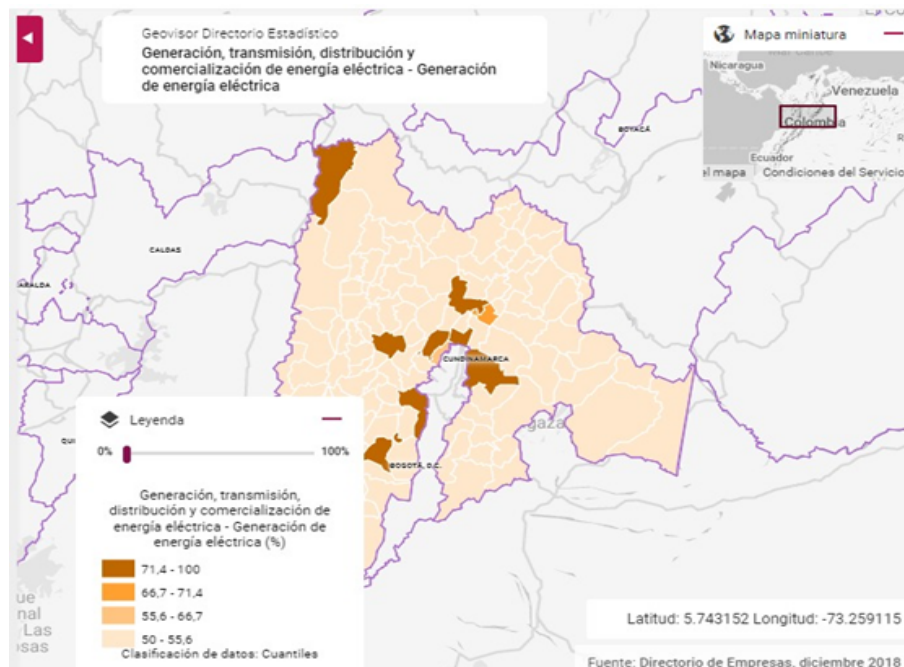


Figura 5 [Geovisor Directorio estadístico, Dane, 2018. [13]].

Estas son algunas de las empresas encontradas en el escaneo inicial:

- Corpoema: Corporación para la Energía y el medio ambiente promueve la eficiencia energética y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en todas las actividades económicas ubicada en Bogotá.
- Energía solar ingesolar: empresa dedicada a la venta de productos en general para la instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, ubicada en Bogotá.
- Senergysol: es una empresa de ingeniería colombiana ubicada en Bogotá, se especializa en promover el uso de energías renovables, actualmente tiene alrededor de 1404 paneles solares instalados.
- Suncolombia: Empresa encargada del comercio de soluciones para la implantación de energías alternativas, ubicada en Bogotá más de 3.200 instalaciones solares fotovoltaicas.

El uso de la energía fotovoltaica se ve afectado por creencias y mitos erróneos sobre el uso de esta, por ejemplo; los paneles solares solo funcionan en lugares donde hay luz del sol, los paneles solares son muy caros, la tecnología solar es muy nueva, casi nadie en el mundo utiliza la energía solar, instalar energía solar es complicado [14].

Actualmente en Colombia se están desarrollando proyectos para el desarrollo de la tecnología, en apoyo con UPME “Desde diciembre de 2011 se han registrado 431 proyectos de generación, de los cuales 234 cuentan con registro vigente y suman una capacidad instalada estimada de 8.424 MW” [15].

Proyectos registrados en la UPME por tipo de tecnología

TECNOLOGÍA	CAPACIDAD MW	NÚMERO DE PROYECTOS
BIOMASA	35,70	11
EÓLICO	2.285,15	17
HIDRÁULICO	5.510,34	107
SOLAR	3.729,19	325
TÉRMICO	2.501,90	10
TOTAL	14.062,28	470

Participación proyectos registrados 2016 - 2018 S1

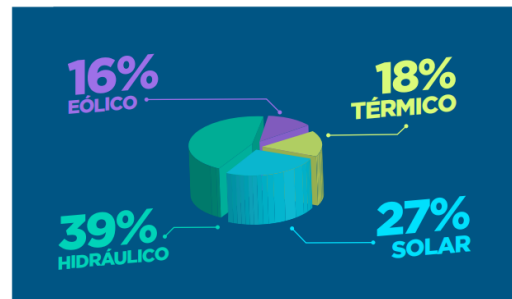


Figura 6 Boletín estadístico de minas y energías. [16].

## 5. Costos

En el mundo usualmente se han considerado la fuente de energía fotovoltaica resultan demasiado costosas para su integración en la red pero hoy en día esta visión ha cambiado considerablemente, el costo normalizado de energía (LCOE) se utiliza como una medida de la competitividad global de una determinada tecnología o planta de energía, este indicador incluye un grupo de costos como costos de operación y mantenimiento, financiación entre otros; La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) utiliza los informes generados por LCOE como un elemento para comparar los distintos tipos de energías renovables versus las energías provenientes de combustibles fósiles, como resultado de dicha comparación se resalta que fuentes de energía como biomasa, hidroeléctrica, geotérmica y la energía eólica son muy competitivas en costos que las instalaciones de plantas de generación eléctrica a base de carbón, petróleo y gas, pero se resalta que el costo nivelado de electricidad a partir de fuente solar fotovoltaica se reduce a la mitad entre el 2010 y 2014 [17].

Otro factor que afecta considerablemente el costo de la energía son los factores externos como la afectación de la calidad del aire y repercusiones en el cambio climático los cuales se tienen en cuenta en las fuentes de energía fósiles, pero no son relevantes en las fuentes de energías renovables.

En una proyección al año 2025 generada en los informes de LCOE se puede evidenciar una diferencia importante en el costo total de producción en dólares Americanos por megawatt hora del 2019 entre energía solar fotovoltaica y otras fuentes de energía, por ejemplo generación por medio de turbinas a combustión a base de petróleo tiene un costo de 66.62 US/MW hora o termo eléctricas con generación a base de carbón 76.44 US/MW hora mientras que la energía solar fotovoltaica tiene un costo de 33.12 US/MW hora, a continuación la tabla 2 se muestra la comparación entre diferentes fuentes de energía.

**Table 1b. Estimated levelized cost of electricity (LCOE, unweighted) for new generation resources entering service in 2025 (2019 dollars per megawatthour)**

Plant type	Capacity factor (percent)	Levelized capital cost	Levelized fixed O&M <sup>1</sup>	Levelized variable O&M	Levelized transmission cost	Total system LCOE	Levelized tax credit <sup>2</sup>	Total LCOE including tax credit
<b>Dispatchable technologies</b>								
Ultra-supercritical coal	85	47.57	5.43	22.27	1.17	76.44	NA	76.44
Combined cycle	87	8.40	1.59	26.88	1.20	38.07	NA	38.07
Combustion turbine	30	16.17	2.65	44.33	3.47	66.62	NA	66.62
Advanced nuclear	90	56.12	15.36	9.06	1.10	81.65	-6.76	74.88
Geothermal	90	20.38	14.48	1.16	1.45	37.47	-2.04	35.43
Biomass	83	39.92	17.22	36.44	1.25	94.83	NA	94.83
<b>Non-dispatchable technologies</b>								
Wind, onshore	40	29.63	7.52	0.00	2.80	39.95	NA	39.95
Wind, offshore	44	90.95	28.65	0.00	2.65	122.25	NA	122.25
Solar photovoltaic <sup>3</sup>	29	26.14	6.00	0.00	3.59	35.74	-2.61	33.12
Hydroelectric <sup>4,5</sup>	59	37.28	10.57	3.07	1.87	52.79	NA	52.79

*Tabla 2 Variación regional en el costo nivelado de electricidad (LCOE) para recursos de nueva generación entrando en servicio en 2025 (dólares de 2019 por megavatio) [18]*

En el año 2018 los costos de energías renovables en general disminuyeron de acuerdo con IRENA. El costo promedio ponderado global de la electricidad tuvo una disminución por año del 26% para la energía solar concentrada y un 13% menos la energía solar fotovoltaica lo cual hace bastante atractivo implementar sistemas de generación de energías renovables por su tendencia a la baja de sus tarifas de producción además de ser amigable con el ambiente.

Dentro de la base de datos global de IRENA, más de las tres cuartas partes de la energía eólica terrestre y las cuatro quintas partes de la capacidad del proyecto de energía solar fotovoltaica a escala de servicio público que se pondrá en marcha en 2020 deberían proporcionar electricidad a un precio más bajo que el nuevo gas de petróleo, petróleo o gas natural más barato [19]. La figura 7 muestra los costos totales instalados en el 2018 por país.

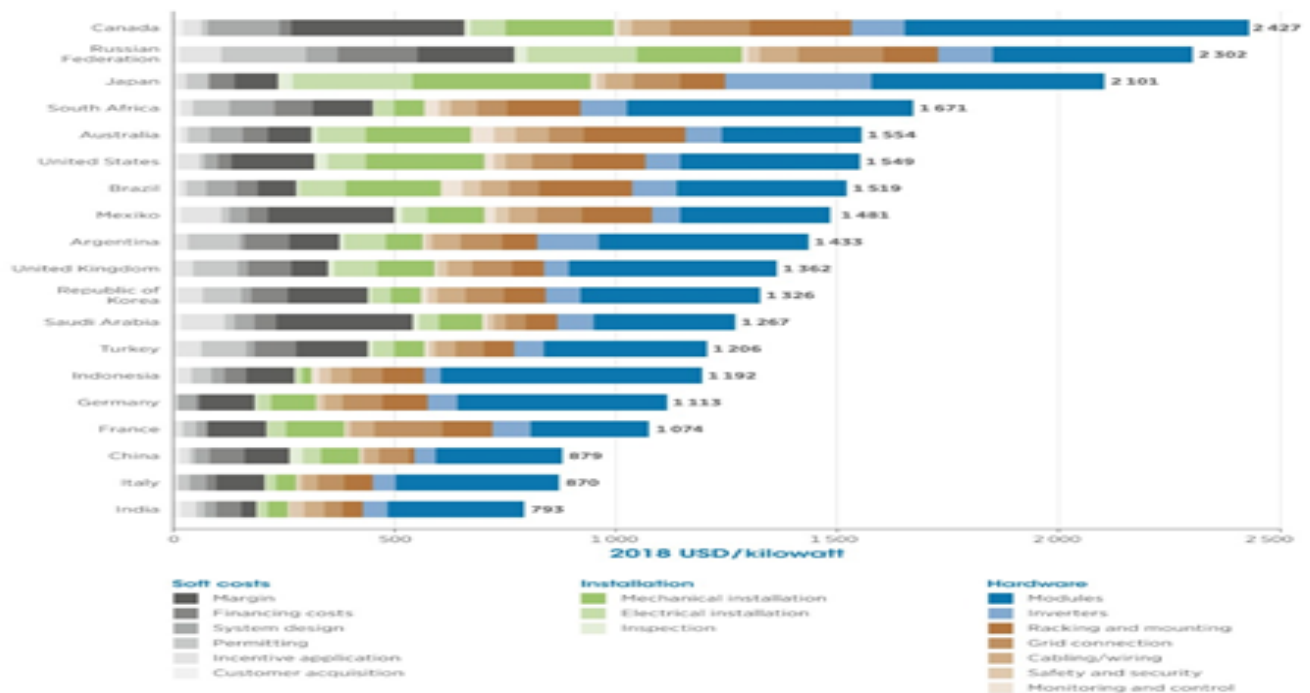


Figura 7 Variación regional en el costo nivelado de electricidad (LCOE) para recursos de nueva generación entrando en servicio en 2025 (dólares de 2019 por megavatio) [19].

A nivel de los hogares para la instalación de paneles solares el precio de un sistema de placas fotovoltaicas oscila entre los 2.100.000 y los 2.800.000 de pesos (COL) por metro cuadrado, el rango de precio depende del tamaño de la instalación, aunque la inversión inicial es importante estos costos se van amortizando mediante el ahorro en electricidad y gas natural [20].

Según el Centro de Estudios en Medio Ambiente y Energías Renovables el costo de un panel solar se determina por Watt de potencia. Hoy en día los costos de los paneles solares al por mayor pueden ser menores a 50 centavos de dólar, dependiendo del volumen y el mercado en donde se venden. Los costos de un sistema de energía solar varían de un país a otro o incluso entre regiones debido a las distancias, condiciones geográficas y condiciones económicas de cada una. Otro factor importante en términos de costos de los paneles solares es el mercado donde estos productos se venden, no se puede comparar economías de países subdesarrollados contra países en desarrollo como Colombia [21].

En Colombia ya existen empresas que implementan sistemas de energías renovables como Puerto Vallarta Herbs SAS y Fresh and Green en el municipio de Honda, al norte del departamento de Ibagué, por ejemplo la empresa Puerto Vallarta Herbs SAS tiene una instalación de 74 paneles solares de 340 Wattss con una generación media de 36 MWh/año lo cual le ha generado un ahorro de energía de aproximadamente el 55% de su consumo, este ahorro representa un ahorro significativo es los costos operativos de la compañía [22].

En la industria Colombiana los costos de energía son un punto importante de atención ya que la energía representa entre el 13% y el 50% de los gastos totales; por esto una manera de optimizar el

consumo energético son las tecnologías solares que pueden generar un ahorro hasta del 40% en su tarifa final, si bien es cierto que los costos de instalación son altos, existen contratos de operación y mantenimiento (ECP + O&M) ejecutados por terceros que hacen la debida instalación ofreciendo tarifas de alrededor de 260 pesos KWh con contrato APP versus una tarifa de red loca que puede costar alrededor de 350 pesos KWh para el sector industrial [23].

## 6. Política

En Colombia se han ido implementando normatividad referente a energías renovables, en el 2014 el congreso de la república aprobó la Ley 1715 de 2014, “Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional”, Ley que estipula el marco normativo colombiano para la promoción y desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable en Colombia [24].

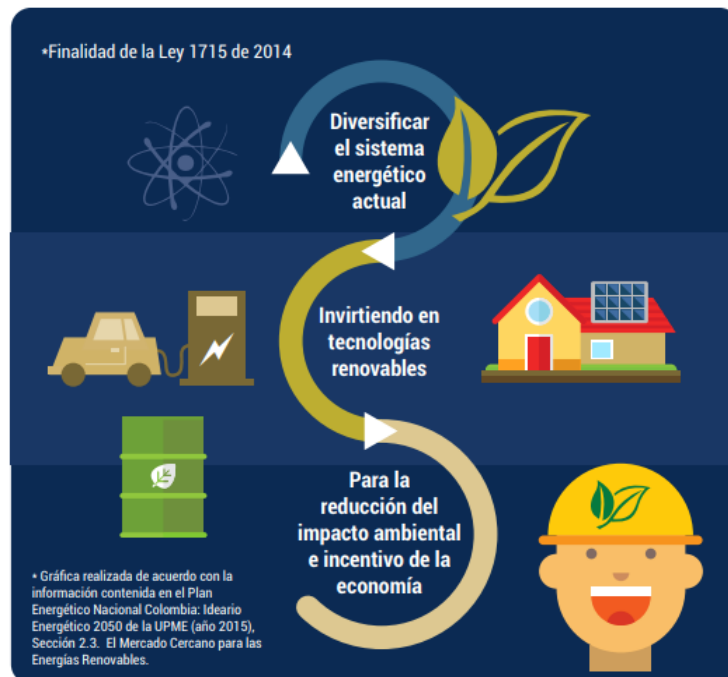


Figura 8 Marco normativo y autoridades competente [25]

El gobierno y las entidades encargadas de su implementación, control, seguimiento, han expedido diversas normas para lograrlo, entre las cuales están las siguientes:

- 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.” [26].



Figura 9 Etapas del proyecto y la aplicación a los incentivos [25]

- 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” [27].
- Resolución UPME 585 de 2017 (Procedimiento ante UPME Exclusión de IVA) [28].



Figura 10 Marco normativo y autoridades competentes [MME-UPME, 2014. [25]]

- Resolución Ministerio de Ambiente 2000 de 2017 (Procedimiento ante ANLA para exclusión de IVA) [29].
- 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” [30].

## MARCO INSTITUCIONAL

El Conjunto Residencial Colina Club Residencial PH, es una entidad de derecho privado sin ánimo de lucro organizado en propiedad horizontal y conformado por 204 apartamentos, catalogado por la administradora de impuestos nacionales como agente retenedor de impuesto de renta, identificado con registro único tributario No 900.257.327-1 y reglamentado por la ley 428 de 1998, decreto 871 de 1999 y la ley 67 de 2001. Cuenta con personería jurídica vigente por la alcaldía menor de Suba y su representante legal es la señora Blanca Fanny Nuñez Rodriguez.

La edificación se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad Suba, Barrio Colina, dirección Carrera 72 # 152b – 90, consta de 3 torres con 18 pisos cada una con dos asesores y 4 apartamentos por piso a partir del piso segundo, cada apartamento tiene un área 93 m<sup>2</sup> distribuidos en 3 habitaciones, 2 baños, 1 estudio, sala – comedor, cocina y patio de ropas. El conjunto posee áreas comunes como piscina, cancha de squash, BBQ, 2 salones comunales, sauna, 2 parques infantiles, guardería, gimnasio, parqueaderos privados, parqueaderos de visitantes y jacuzzi. El promedio poblacional por apartamento es de 3 personas dando un total aproximado de 612 personas.

Equipos de mayor consumo de energía son los motores de los ascensores, motores de bombas para suministro de agua potable, sistema de calefacción de la piscina y luz perimetral de zonas comunes y parqueaderos.

## METODOLOGÍA GENERAL

Para enfrentar el problema de la no implementación de las energías renovables en las edificaciones en ciudades como Bogotá, se realiza una investigación con un enfoque cualitativo el cual se basa en la formulación, diseño, gestión y cierre de las variables objetivo, se busca encontrar la solución de estas variables por medio del análisis de la perspectivas de los interesados con el fin de obtener resultados descriptivos, definiendo así, los principales hallazgos que permitan simular una propuesta de solución al problema principal. El enfoque de esta investigación está basado en un análisis cualitativo permitiendo desarrollar un modelo energético sostenible, para este caso, las fuentes de energía fotovoltaica para edificaciones en ciudades como Bogotá. Para la investigación se ha seleccionado el conjunto residencial Colina club el cual se adapta fácilmente al enfoque de la investigación.

“la metodología cualitativa usualmente parte de cuerpos teóricos aceptados por la comunidad científica” , y es en base a esta afirmación en la que el investigador realiza hipótesis sobre las posibles soluciones a las variables determinadas, con el fin de dar solución al problema principal, la comprobación del método se realiza recolectando información y posteriormente realizando un análisis de esta, transformando estas hipótesis en información medible y comparable, los cuales al ser recopilados, procesados e interpretados son base de la comprobación de las hipótesis y la entrada para la realización de modelos teóricos de investigación [31]. Ver figura 11.

La investigación determinista, según María Moliner [32] en el diccionario del uso del español, la define como “la doctrina filosófica según la cual la marcha del universo físico responde exactamente a un encadenamiento de causas y efectos y sería totalmente predecible en un momento dado si fuera posible conocer todos los datos”.

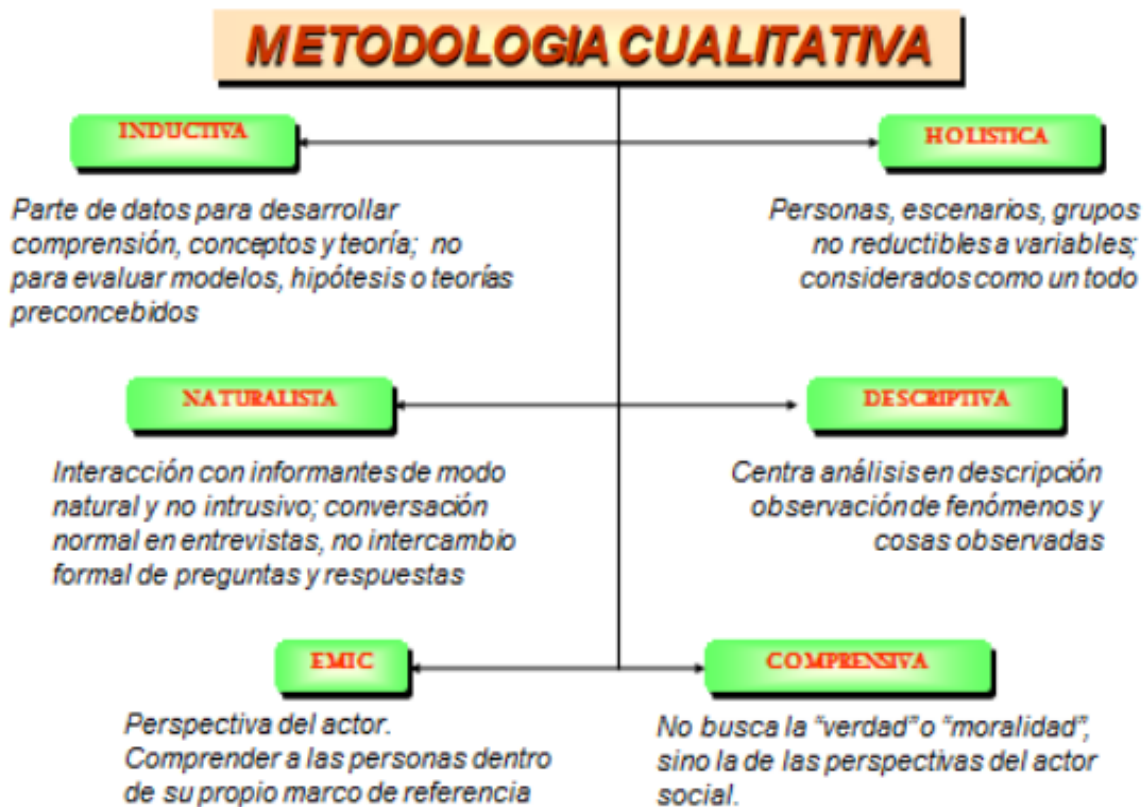


Figura 11 Características del enfoque cualitativo de investigación.[31]

De acuerdo a lo anterior expuesto y de acuerdo a sus características e hipótesis se determinó que esta investigación es determinista, cualitativa y descriptiva que se basada en comportamientos y percepciones de la población interesada, se utilizará el método de entrevista para hacer la recolección de información cualitativa además de otra información histórica de uso por parte del usuario que determine comportamientos y estilo de vida que nos permita identificar posibles

soluciones al problema, diseñar un prototipo y finalmente obtener un modelo analógico para el uso de energía renovable en el conjunto residencial Colina Club de la ciudad de Bogotá.

## DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLES esperadas en los resultados de acuerdo con los objetivos propuestos:

### 1. Variable Opinión de Interesados.

La opinión es el juicio o valoración que forma una persona respecto a algo, para el caso de este proyecto de investigación es importante tener en cuenta la opinión pública para identificar la generalidad de la opinión de las personas que residen en el conjunto.

Grado de interés de los habitantes del conjunto residencial colina club de Bogotá en cuanto al uso de energía fotovoltaicas variable dependiente de la opinión de las personas se hallará por medio de; encuestas, entrevistas, sondeo de opiniones, reuniones y acercamientos a la población objetivo. La entrevista es una herramienta que utiliza el investigador con el objetivo de obtener información de algún tema en particular de manera oral y personalizada, para este proyecto se busca encontrar esos aspectos subjetivos que ayuden a entender las razones por las cuales la tecnología de fuentes de energía fotovoltaica no es frecuentemente utilizada.

La entrevista puede considerarse una técnica propiciadora en sí misma de los datos o como técnica complementaria a otro tipo de técnicas propias de la investigación cualitativa como son la observación participante y los grupos de discusión. [33]

La entrevista implica un sistema de comunicación interpersonal que integra tanto al entrevistador como al entrevistado. Su objetivo fundamental es la recogida de información, tanto la objetiva que aclaren los sujetos, como los rasgos subjetivos que se desprendan de su observación (sensaciones, estados de ánimo, etc). Precisa tener claro un referente, un código, un mensaje y un medio de transmisión. El entrevistador debe enfocar y dirigir la conversación para conseguir los objetivos que se ha propuesto. La información es costosa de recoger. Requiere planificación, tiempo, buena codificación y un minucioso análisis [33].

## **2. Variable Diagnóstico.**

La variable diagnóstico se definirá de acuerdo al consumo eléctrico de la iluminación de las áreas comunes del conjunto residencial estudiado, para lo cual se define a continuación una serie de pasos donde se describe detalladamente cómo se recogerá y clasificará la información.

Primero: Se identificará el consumo total de la unidad residencial; se consultará con el administrador o la persona encargada de la electricidad del edificio, la potencia del transformador o los transformadores que haya; así como las facturas del servicio de energía, con lo cual se determinará, el consumo que hay en las zonas comunes del conjunto residencial.

Segundo: Se caracterizará el sistema eléctrico, identificando las diferentes cargas (consumos) con las que funciona el conjunto; como las Cargas comunes: Pasillos, Parqueaderos, Piscina, Salón social, Gimnasio, Canchas, BBQ, Zona de bombeo de agua potable, zonas de ascensores, etc. y las Cargas Privadas: Consumo energético de las unidades residenciales en sí. A partir de ello se seleccionará el circuito más comúnmente usado (Iluminación, Calefacción, Motores, etc.) y se

verificará su criticidad e importancia; esto se hace, ya que como es sabido la energía solar no es continua las 24 horas del día [34], y si se alimenta con energía solar un sistema crítico, como por ejemplo los ascensores, y no hay la suficiente electricidad para moverlos, estos pueden dejar de funcionar y causar deterioro en sus componentes, además de que podrían dejar personas atrapadas en ellos si esta situación se llegara a dar.

Tercero: Luego tener identificadas las zonas comunes y el circuito, se continuará con una descripción más detallada de los equipos que se alimentan o se tienen instalados y sus funciones; para ello se analizarán los tableros eléctricos y los breakers principales de los que se componen, para ir determinando el consumo energético.

Cuarto: Se calculará la carga eléctrica consumida, con los datos extraídos del tercer punto y validando con un estimado de equipos que se alimentan de dicho circuito, dado su valor en consumo eléctrico (kVA o kW).

### **3. Variable Viabilidad.**

La pregunta que caracteriza la variable es: ¿Cuál es la viabilidad de un proyecto de energía fotovoltaica en el conjunto residencial Colina Club de Bogotá?. De lo cual se extrae la viabilidad como variable dependiente.

La viabilidad se define como: un asunto que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de llevarse a cabo [35].

El análisis de la viabilidad del proyecto se enfoca en tres variables principales:

1. Variable técnica, Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte [35].
2. Variable económica, Estimación de los recursos de las actividades del cronograma e implica determinar las personas, equipos y/o materiales necesarios para llevarla a cabo [36].
3. Variable ambiental, Impactos potenciales futuros, ya sean positivos o negativos, que afectarán el medio ambiente como resultado del proyecto [37].

Estas últimas variables se consideran como variables intermedias ya que las mismas presentan dependencias respecto a otras variables que serán las variables objeto de medición o cuantificación en este estudio.

Estas variables independientes son definidas como:

1- Técnica.

- Área Física. Espacio disponible para la instalación de paneles solares.
- Equipos Fotovoltaicos. Paneles solares y/o baterías aplicables al conjunto residencial.
- Irradiación. Energía solar por metro cuadrado disponible en el sitio.

2- Económica.

- Inversión. Costo de los equipos fotovoltaicos.
- Mantenimiento. Costo de mantenimiento de los equipos.
- Costo de Energía. Aumento o reducción de los costos relacionados a la energía consumida.

- Tiempo de Retorno. Tiempo requerido para recuperar la inversión hecha en los equipos fotovoltaicos.

3- Ambiental.

- Emisiones de CO<sub>2</sub>. Gases de efecto invernadero que se evitará verter a la atmósfera por la implementación de energías limpias.

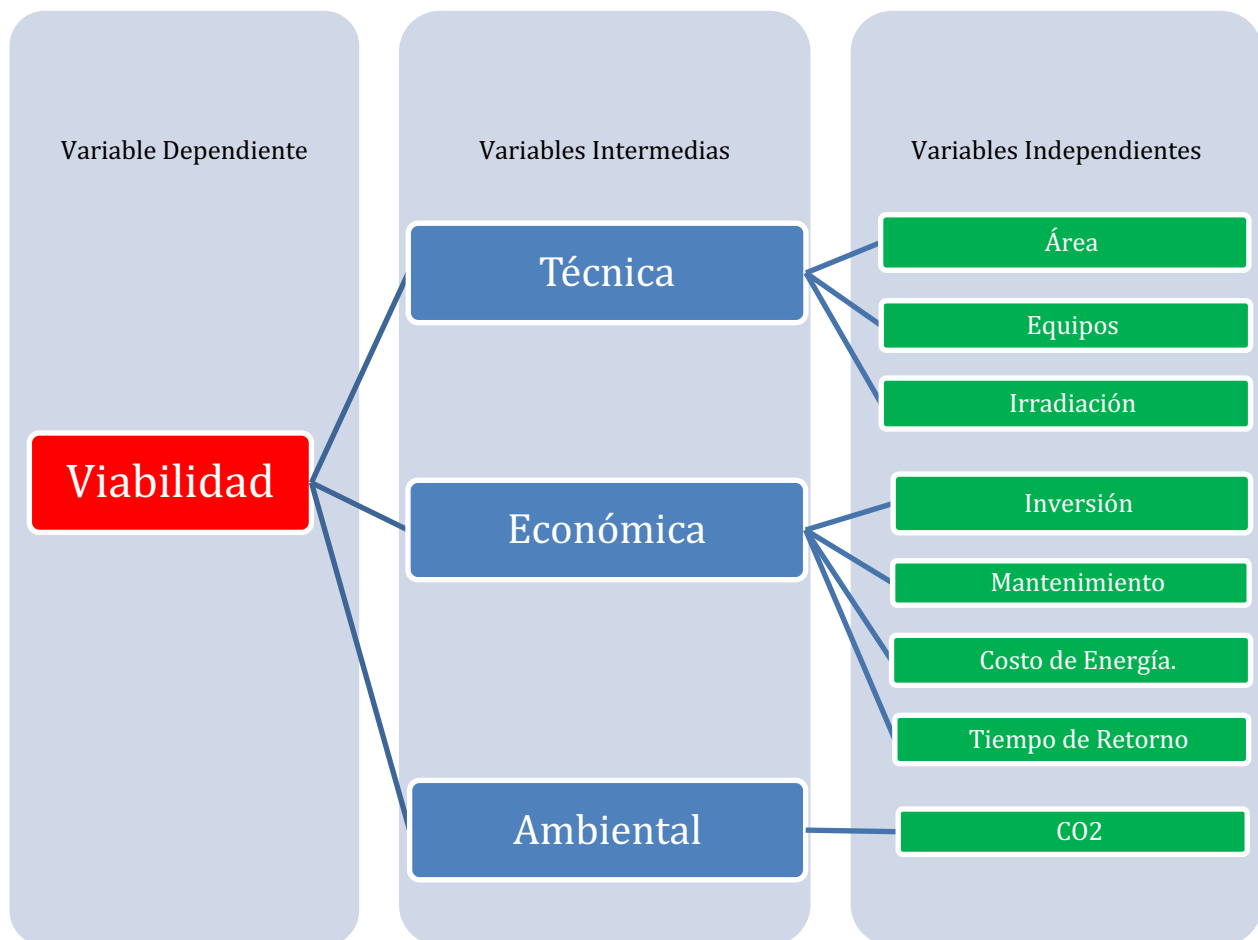


Figura 12 Dependencia de Variables. Viabilidad. [Elaboración Propia]

La figura 12, ilustra gráficamente la dependencia de las variables expuestas anteriormente con la finalidad de determinar la viabilidad de la investigación.

#### 4. Variable Diseño de Modelo.

Identificada como variable dependiente la estructura y desarrollo de un modelo para la aplicación de la tecnología fotovoltaicas en el conjunto residencial Colina Club de Bogotá, establece el procedimiento; partiendo de una metodología lógica científica que se ajustada al modelo y en conjunto con la metodología de divulgación, establece la mejor forma de mostrar al usuario final el cómo y los beneficios de uno de la energía fotovoltaica, identificación de necesidades y partes interesadas.

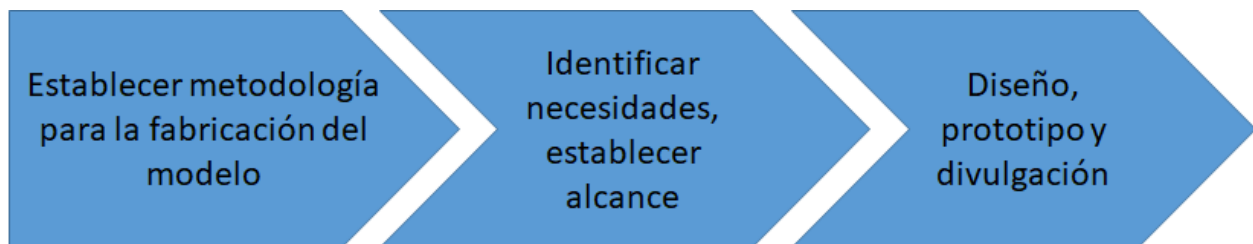


Figura 13 Variable Diseño de modelo. [Elaboración Propia]

#### 5. Variable Divulgación.

Variable dependiente divulgación de la información sobre los beneficios de la energía fotovoltaica en el conjunto residencial Colina Club Bogotá. Esta variable tiene dependencia a los medios de divulgación adecuados, métodos correctos y mensaje efectivos.

*Análisis de los medios de divulgación:* Se deben identificar los medios más adecuados entre el físico, digital y verbal, considerando la restricción actual por la pandemia.

*Análisis de los métodos de divulgación:* Una vez definidos los medios, se procede a definir los métodos con los que cuenta el conjunto para determinar si son los adecuados y si serán suficientes.

*Análisis del mensaje:* Se define el mensaje buscando su efectividad, partiendo de una buena organización visual, datos específicos orientados al resultado y lenguaje simplificado que permita una óptima recepción. El esquema de dependencia de esta variable se puede observar en la figura 14.

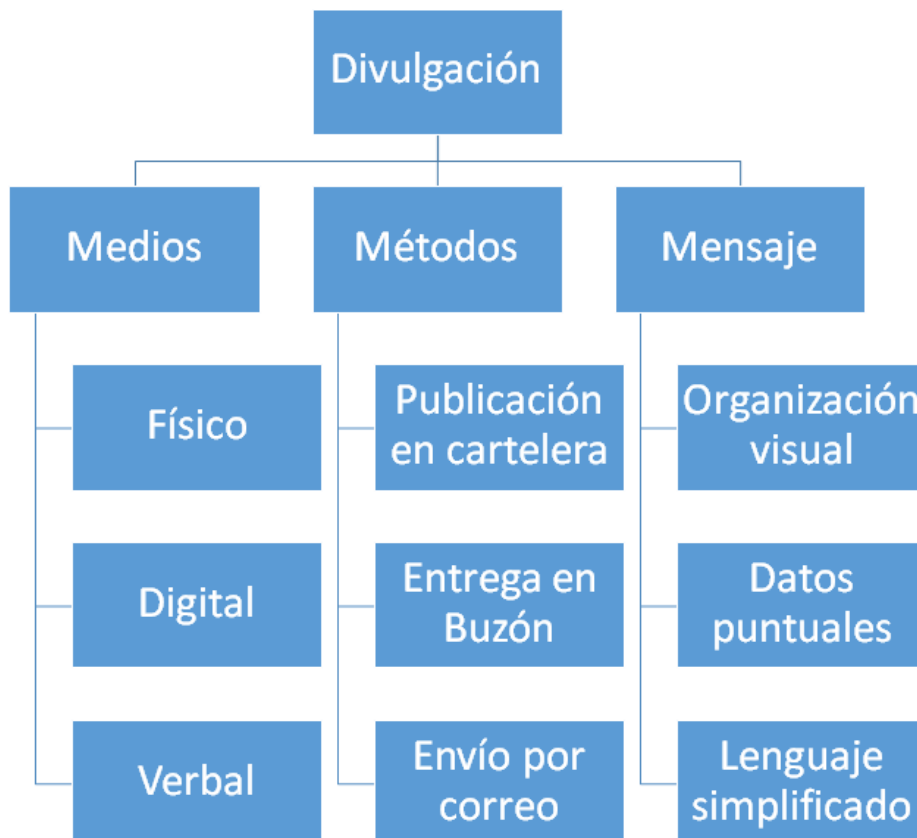


Figura 14 Variable Divulgación. [Elaboración Propia]

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL

- **Panel Solar.** Dispositivo que capta la energía de la radiación solar convirtiendo dicha energía en electricidad a través del efecto fotoeléctrico. Existen dos grandes materiales para la construcción de los paneles, el arseniuro de Galio y el silicio cristalino, siendo éste último el más empleado, dividiéndose en tres categorías; monocristalino, policristalino y amorfo. [38].
- **Radiación Solar.** Es la energía emitida por el sol a través de ondas electromagnéticas. Fuente de energía para los paneles fotovoltaicos.
- **Gases de Efecto Invernadero (GEI).** Son aquellos gases presentes en la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero. Son de origen natural y antropogénico (resultado de la actividad humana) [39].
- **Entrevistas Semiestructuradas:** Las entrevistas semiestructuradas ofrecen al investigador un margen de maniobra considerable para sondear a los encuestados, además de mantener la estructura básica de la entrevista. Incluso si se trata de una conversación guiada entre investigadores y entrevistados, existe flexibilidad [40].
- **Emisor.** El grupo que desarrolla el presente trabajo, quienes a su vez definen el canal y código empleado para transmitir el mensaje.
- **Receptor.** El mensaje va dirigido a residentes del conjunto residencial colina club Bogotá, que a su vez son los responsables de descodificar el mensaje, interpretarlo y decidir si aplicarlo.

- **Canal.** Es el medio o soporte por el que circula el mensaje. Varía dependiendo de las condiciones en que se produce la transmisión de la información.
- **Código.** Combinación de signos que tiene un determinado valor dentro de un sistema establecido. para entender un mensaje, el emisor y el receptor deben emplear un código que ambos conozcan
- **Mensaje.** Información final que el emisor o fuente desea transmitirle al receptor [41].
- **Función Conativa:** El mensaje solicita una reacción del destinatario, busca motivarlo a que actúe de cierta manera y lo hace de manera implícita o explícitamente.
- **Modelo:** “Un modelo es un bosquejo que representa un conjunto real con cierto grado de precisión y en la forma más completa posible, pero sin pretender aportar una réplica de lo que existe en la realidad” [42]. En otras palabras se puede decir que un modelo es una representación objetiva de un sistema o estructura que puede ser reproducido o copiado para ser utilizado en un caso con una problemática similar.

Tipos de modelos:

- Modelos pictóricos o icónicos: regularmente se conocen por ser representaciones de estados, objetos o sucesos, en los cuales se representan propiedades, características o situaciones destacadas esto para dar una visión clara sobre el proyecto, estos modelos suelen ser a escalas y representativos” [43].
- Modelos analógicos: “Consisten en hacer una sustitución adecuada de una propiedad de la situación real por otra en el modelo asociado, de acuerdo con ciertas reglas.” [43] suele utilizarse en proyectos donde se tienen ciertas limitaciones y dependencias, las cuales al ser ajustadas arrojan nuevos resultados

- Modelos simbólicos: Son modelos que se representan una realidad por medio de símbolos, usualmente son modelos matemáticos inherentes de una ecuación matemática
- Proceso de abstracción: proceso mental que consiste en abstraer o aislar conceptualmente propiedades de un objeto o procedimiento con el fin de dar un juicio.
- Prototipo digital: Se considera como la simulación digital de un producto es muy útil para realizar evaluación y realizar ajustes.

## DEFINICIÓN OPERACIONAL

- El consumo eléctrico, se determina por el concepto de Potencia Eléctrica (W: Watts), la cual es la medida en la que se calcula el consumo eléctrico de un equipo eléctrico. Cada equipo, dependiendo de su funcionamiento consume más o menos potencia.
- La cantidad de horas que se usa un equipo electrico, se multiplica por la cantidad de Watts que consume; este valor se expresa en kilovatios/hora o Kilowatts/hora (kWh) [44].
- Esta potencia consumida en kWh, es la que aparece expresada en las facturas del servicio de energía eléctrico y la cual se cobra de acuerdo a su uso.
- Existen infinidad de modelos en el mundo, los cuales se aplican a diversas áreas del conocimiento, pero en general todos los modelos siguen un procedimiento similar.

Empieza cuando el investigador observa y toma métricas de un problema, recoge datos que le permiten identificar relaciones a través de un proceso de abstracción utilizando una metodología de modelización.

- Fases de la modelización [45].
  - Análisis:
    - Construcción de situación real, identificación de propiedades relevantes
    - Recopilación de necesidades
    - Abstracción de la funcionalidad del sistema
    - Validación del problema
  - Diseño:

- Diseñar el sistema
  - Arquitectura global, identificación de subsistemas, estrategias y asignación de recursos.
- Implementación:
  - Plasmar el paso a paso del modelo
  - Entradas, actividades y salidas

## **METODOLOGÍA PARTICULAR**

La recolección de la información requerida para el análisis y medición de cada una de las variables identificadas se hará de manera particular siguiendo los siguientes esquemas.

### **1. Opinión de los Interesados**

El método de investigación que se va a utilizar para conocer el interés de los residentes de conjunto residencial Colina Club se basa en el diseño de una entrevista semiestructurada cualitativa a un grupo focal.

La planeación de la entrevista se divide en tres momentos descritos a continuación.

#### **a) Preparación de la Encuesta**

Se determinan los objetivos claros de la entrevista, se diseña una guía de la entrevista que permita cubrir los temas de interés de la investigación, la guía tendrá como mínimo 10 preguntas abiertas, la planeación es quizás el paso más importante desarrollo de la entrevista para que la información recolectada sea útil a la investigación .

Se identifica las personas que van a ser entrevistadas, para esta investigación dada las condiciones de la situación actual referente al COVID-19 y la cuarentena preventiva y distanciamiento social, solo se realizará la entrevista a los integrantes de la asamblea del conjunto compuesta por el presidente de la junta, vicepresidente, vocal 1, vocal 2 y administrador y comisión de obra.

Se organizan las preguntas de una forma secuencial con una terminología que sea entendible para los entrevistados.

El medio por el cual se realizará la entrevista será por medio de plataformas electrónica (reunión virtual) dando un acercamiento entre el entrevistador y los entrevistados por medio de una conversación guiada y el tiempo no superará más 60 min.

#### **b) Desarrollo de la Encuesta.**

La entrevista debe realizarse en un entorno cómodo y que genere confianza al personal entrevistado, para lo cual los entrevistadores deberán tener una actitud abierta y positiva que favorezca y facilite la comunicación, al inicio de la encuesta no se deben obviar los formalismos e iniciar con el siguiente protocolo: Presentación de los encuestadores, indicar el objetivo y motivo de la entrevista, establecer las condiciones de confiabilidad y difusión de la información y finalmente puntualizar la duración de la encuesta.

Para el registro de la información se aprovecha ayudas tecnológicas del programa grabando la sesión con el objetivo que quede archivada la información de manera clara.

La figura 15 es una guía básica para el desarrollo de la encuesta, esto permite el panelista lleve en un orden y se pueda optimizar los tiempos para no divagar en muchos temas.

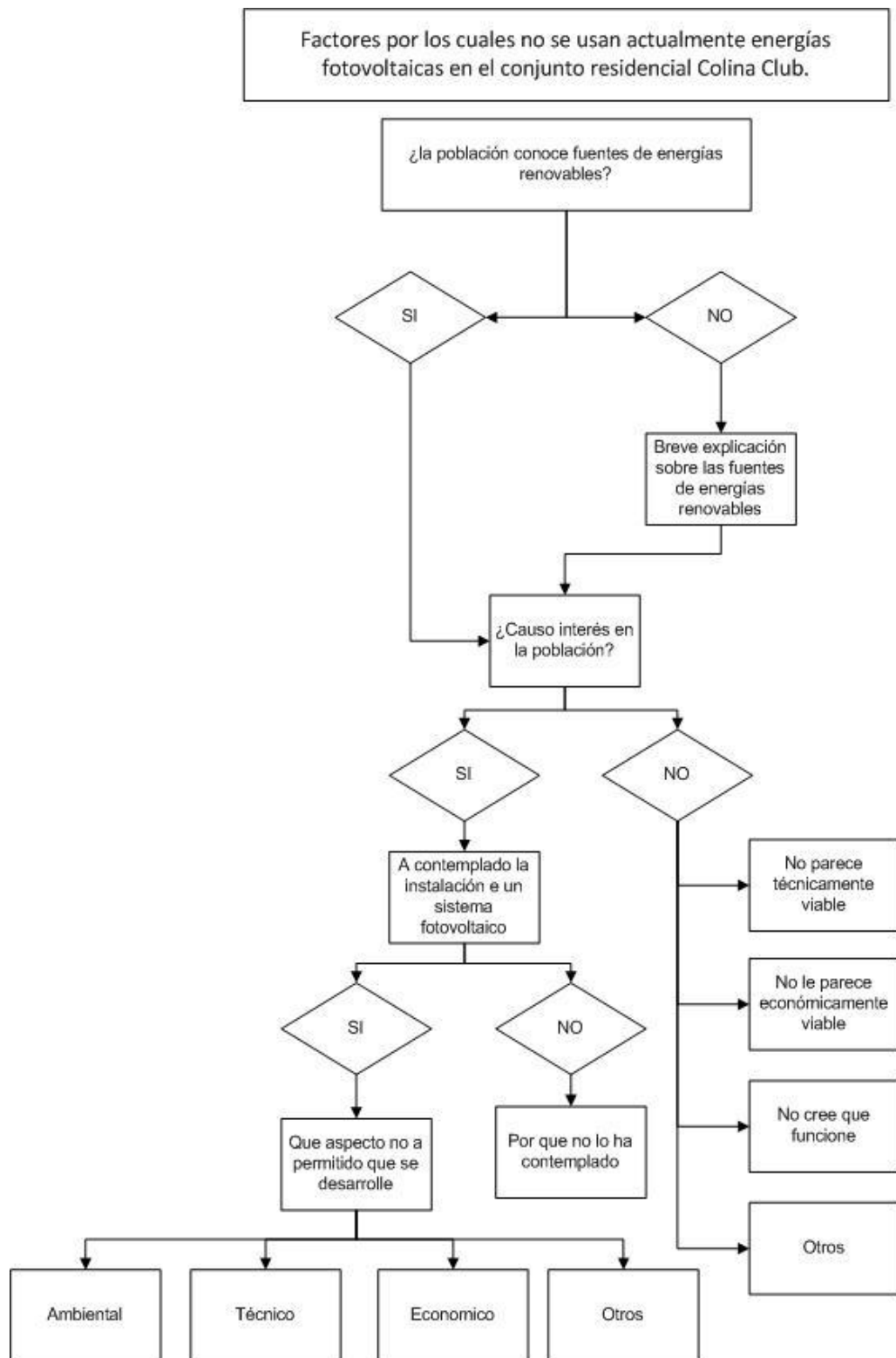


Figura 15 Metodología para la Opinión de los Residentes. [Elaboración Propia]

### c) Valoración de la Encuesta.

Se debe analizar si la información recibida es suficiente para comprender la situación del estudio, se debe revisar la calidad de la información obtenida, para esto se hace una transcripción literal de la entrevista para llegar a un análisis de los resultados.

Para la elaboración de la entrevista se deben tener en cuenta los siguientes parámetros [33].

- El investigador previamente a la entrevista lleva a cabo un trabajo de planificación de ésta elaborando un guión que determine aquella información temática que quiere obtener.
- Existe una acotación en la información y el entrevistado debe remitirse a ella. Ahora bien, las preguntas que se realizan son abiertas. Se permite al entrevistado la realización de matices en sus respuestas que doten a las mismas de un valor añadido en torno a la información que den.
- Durante el transcurso de ésta, se relacionarán temas y se irá construyendo un conocimiento generalista y comprensivo de la realidad del entrevistado.
- El investigador debe mantener un alto grado de atención en las respuestas del entrevistado para poder interrelacionar los temas y establecer dichas conexiones.

## 2. Variable Diagnóstico.

Los puntos, áreas o equipos, para verificar en la sustitución energética se identificarán por medio de calcular el consumo eléctrico, que estos representen en el conjunto residencial; para ello:

Primero: Se identificará el consumo total de la unidad residencial; se consultará con el administrador o la persona encargada de la electricidad del edificio, la potencia del transformador o los transformadores que haya; así como las facturas del servicio de energía, con lo cual se determinará, el consumo que hay en las zonas comunes del conjunto residencial.

Segundo: Se caracterizará el sistema eléctrico, identificando las diferentes cargas (consumos) con las que funciona el conjunto; como las Cargas comunes: Pasillos, Parqueaderos, Piscina, Salón social, Gimnasio, Canchas, BBQ, Zona de bombeo de agua potable, zonas de ascensores, etc.

Tercero: Luego tener identificadas las zonas comunes y el circuito, se continuará con una descripción más detallada de las áreas que se pueden alimentar, ya que hay factores externos que impiden el uso de la energía solar; los más importantes y que van a ser considerados en esta parte son: La estética del conjunto, asociado a la viabilidad que permita la administración y la facilidad de la instalación por accesibilidad de los equipos.

Cuarto: Se calculará la carga eléctrica consumida, con los datos extraídos del tercer punto y validándolo con un estimado de equipos que se alimentan de dicho circuito, dado su valor en consumo eléctrico (kVA o kW).

### **3. Variable Viabilidad.**

Los tres factores de interés en esta investigación serán abordados de manera similar siguiendo la siguiente metodología para la recopilación de la información.

**a) Técnica:**

- Determinar el área física disponible para la instalación de paneles solares y equipos auxiliares dentro del conjunto Colina Club en Bogotá; a través del estudio de sus planos o en su defecto apoyándose en la información suministrada por la administración del conjunto residencial.
- Cuantificar los niveles de irradiación solar con la que goza la ubicación del conjunto; este dato se obtendrá a partir de la información disponible en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y sus estaciones meteorológicas dispuestas en el país.
- Hacer una revisión técnica de los paneles solares, así como equipos auxiliares (Baterías, controladores) disponibles y que sean compatibles con las condiciones determinadas en las variables anteriores.
- Determinar la cantidad de energía que puede ser obtenida potencialmente aprovechando las características técnicas de los paneles y físicas del conjunto; inferiendo la potencia instalada potencial disponible para el conjunto.

**b) Económica.**

- Se debe realizar el levantamiento de la información relativa al costo de los paneles solares así como su equipo auxiliar a través de cotizaciones con proveedores de los mismos. Incluso se puede estimar el costo de los paneles en países como China quienes tienen un amplio mercado de estos elementos.

- Hacer un estimado de la inversión requerida para la adquisición e instalación de los equipos fotovoltaicos en el conjunto Colina Club de Bogotá. Esto se realizará a partir de los resultados obtenidos en la determinación técnica del punto anterior.
- Realizar las estimaciones de costos relacionados a operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta los costos promedio de la energía para Colombia y el estrato donde se ubica el conjunto residencial.
- Determinar el tiempo requerido para recuperar la inversión realizada en el sistema fotovoltaico a través de los ahorros potenciales provenientes de la utilización de sistemas alternativos.

**c) Ambiental.**

- Definir el impacto ambiental del sistema fotovoltaico a través de la estimación de la reducción de emisión de CO<sub>2</sub> resultado del reemplazo de las fuentes tradicionales de energía por sistemas alternativos. Esta definición se hará comparando las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera (CO<sub>2</sub>) actual y potencial luego de su instalación.

La metodología propuesta se logrará a través del uso del Software Retscreen, el cual es una herramienta de estudio y análisis de sistemas energéticos desarrollado por el departamento de recursos naturales de Canadá y apoyado por el *Global Environmental Fund* (GEF), la NASA entre otros [46].

Adicionalmente a la metodología propuesta, la validación de la variable Viabilidad tendrá las siguientes actividades de apoyo que son transversales [47]:

- Identificar las limitaciones, restricciones y supuestos. Se refiere al análisis de factores que condicionan el proyecto.
- Detectar las oportunidades. De la mano de otras variables identificadas en la investigación se hará la identificación de las oportunidades de implementación de la tecnología fotovoltaica en el conjunto residencial, supliendo las necesidades de potencia eléctrica del mismo.
- Analizar el modo actual de funcionamiento del conjunto residencial. Complementando el anterior inciso, el análisis del actual funcionamiento y aprovisionamiento eléctrico del conjunto residencial permitirá reconocer cómo una solución fotovoltaica puede ser útil a los residentes de éste.
- Definir los requisitos que configuran el proyecto. Con la identificación de la utilidad de los sistemas solares en el conjunto se hará la correspondiente definición de requisitos, componentes que configurarán la solución.
- Evaluar las distintas alternativas. Análisis distintas posibilidades que lleven a la solución del problema propuesto y abstraer sus ventajas y desventajas.
- Llegar a un acuerdo sobre la línea de acción. Definir la solución más aceptada de acuerdo con parámetros técnicos, económicos y ambientales y proponer las acciones requeridas para su ejecución.

La metodología propuesta para la variable Viabilidad, depende principalmente de la comunicación con los interesados, así como de la información técnica y estructural del conjunto residencial Colina Club en la ciudad de Bogotá.

#### **4. Diseño de Modelo.**

En el caso de esta investigación se realizará un modelo analógico partiendo de información recopilada con anterioridad en la entrevista a grupos focales, el resultado encontrados y comportamientos de consumo de energía fotovoltaica, elaborando representaciones gráficas y didácticas en un modelo para la aplicación de la energía fotovoltaica en los puntos encontrados en la investigación de acuerdo a la viabilidad técnico, económica y ambiental establecida en las variables de investigación además de la respuesta a las hipótesis establecidas. Este modelo relaciona las diferentes variables y establece una ruta clara y fácilmente replicable.

##### **a) Paso a paso para la realización del modelo para el uso de energía fotovoltaica:**

1. Recopilación de información por medio de observación y parametrización de las variables de consumo, además de especificación requerimientos socio ambientales y normativos para la implementación de paneles solares en propiedad horizontal.
2. Se realizará un análisis de las cinco variables establecidas; viabilidad, opinión de los interesados, divulgación, diagnóstico y modelo, enfatizando en el consumo energético, necesidades de los usuarios, expectativas de los habitantes y beneficios del modelo.
3. Establecer hipótesis iniciales de investigación de acuerdo a la observación y recopilación de datos por medio de lluvia de ideas de los investigadores.
4. Validar y clasificar hipótesis finales

5. Diseño del modelo:

- a. Definir el alcance: descripción del trabajo, lo que abarca y lo que no.
- b. Recopilación de requisitos de usuario: documentar las necesidades, expectativas y deseos del cliente.
- c. Determinar las funciones principales y secundarias del modelo: identificar el grado de importancia de las funciones
- d. Prototipo digital gráfico inicial con respuesta a hipótesis: realizar un prototipo digital para realizar pruebas.
- e. Identificar de beneficios: documentar y establecer los beneficios esperados luego de la implementación del modelo.
- f. Finalmente crear el modelo Start Up (modelo que cumple con el alcance pero no ha sido probado, se lanza al mercado para obtener información)

**b) Implementación del modelo:**

- a. Divulgación del modelo: con el modelo start up se procede a realizar una divulgación de este a las partes interesadas con el fin de recibir información y aceptación del mercado.
- b. Ajustes: realizar nuevos ajustes que salen luego del lanzamiento inicial, Start up o prototipo para pruebas.
- c. Lanzamiento final: consiste en realizar una entrega final del modelo luego de los ajustes.

La figura 16 muestra el diagrama de flujo proceso fabricación modelo:

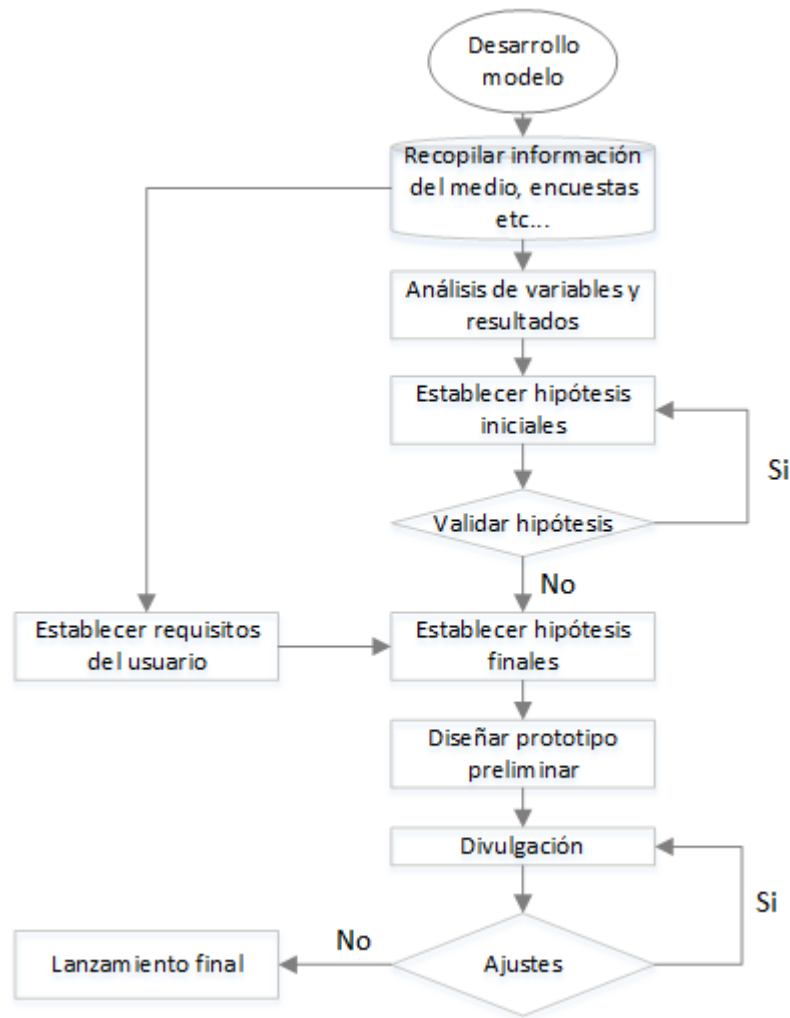
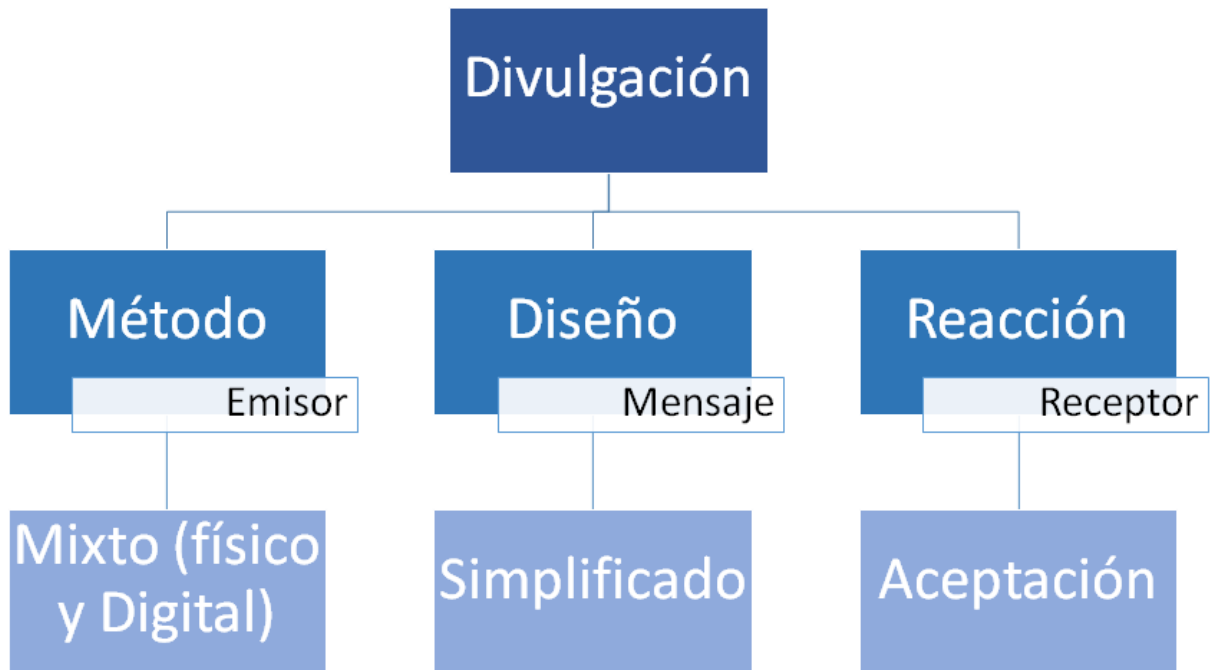


Figura 16 diagrama de flujo proceso fabricación modelo. [Elaboración Propia]

## 5. Variable Divulgación

Partiendo del análisis de los resultados de la encuesta descrita y aplicada anteriormente y los análisis realizados, se identifica la información principal a plasmar en el resumen que será divulgado a los residentes del conjunto Colina Club Bogotá. Se seguirá el esquema de divulgación propuesto en la figura 17.



*Figura 17 Esquema de Divulgación. [Elaboración Propia]*

Teniendo en cuenta la emergencia sanitaria actual por el COVID-19 y la cancelación de reuniones presenciales, la divulgación de los beneficios de la energía fotovoltaica en el conjunto residencial colina club Bogotá se realizará mediante los siguientes canales:

1. Correo electrónico: En la administración reposan los datos de los residentes, y mediante comunicación masiva se van a enviar los beneficios identificados, con el fin de lograr un primer acercamiento.

2. Carteleras: El conjunto cuenta tres carteleras donde se publica la información de interés para los residentes. con la autorización de la administración se publicará el resumen de los beneficios.
3. Buzón físico en portería: El resumen de los beneficios se depositaría en el buzón de cada apartamento para garantizar que se reciba la información tanto electrónicamente como en físico.

Todo lo anterior cumpliendo con la LEY ESTATUTARIA 1581 DE 2012 Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales [48].

Entendiendo que el receptor tiene distintas profesiones, la información será publicada y enviada en idioma español, con lenguaje mixto entre lenguaje natural y técnico.

El mensaje enviado será la lista de beneficios comprobados que acarrea el uso de la energía fotovoltaica en el conjunto residencial colina club Bogotá y una invitación a usar este tipo de energía renovable cumpliendo con la función conativa. El diagrama de divulgación general se muestra en la figura 18.

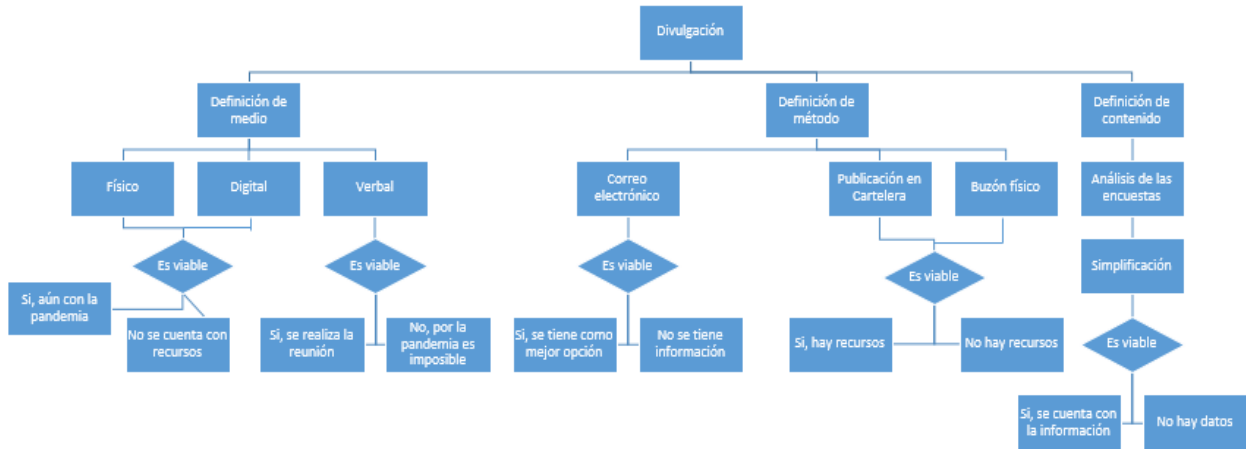


Figura 18 Diagrama de Divulgación General. [Elaboración Propia]

## MEDICIÓN DE VARIABLES

Resultado: luego de desarrollar un modelo analógico y establecer el procedimiento del mismo es importante validar algunos de sus componentes como son

- Verificar de hipótesis del modelo
- Validar alcance y requisitos del usuario final
- Validar prototipo; entradas, procedimiento y salidas
- Divulgación

## ANÁLISIS DE VARIABLES

### 1. Opinión de los Interesados.

El diseño de la encuesta fue desarrollado bajo el siguiente modelo:

Pregunta 1.

¿Conocen fuentes de energía renovables?

Condición 1,1. Si conocen.

Pregunta 1,1. ¿Qué fuentes de energía renovable conocen?

Condición 1,2. No conocen.

Breve explicación de fuentes de energía renovables.

Pregunta 2.

¿Les llamaría la atención utilizar fuentes de energía fotovoltaica en el conjunto residencial colina club?

Condición 2,1 si les interesa.

Pregunta 2,1 ¿Ha contemplado la instalación de un sistema fotovoltaico en el conjunto?

Condición 2,1,1. Si lo ha contemplado.

Pregunta 2,1,1. ¿Cuál de los siguientes aspectos no ha permitido desarrollar un proyecto para uso de energías fotovoltaicas en el conjunto? (Ambiental, Técnico, económico, otro)

Condición 2,1,2. No lo ha contemplado.

Pregunta 2,2 ¿porque no lo ha contemplado?

Condición 2,2 No le interesa.

¿Por cuál de estas razones no le interesa? (técnico, económico, no le parece que sirva, otros)

La siguiente tabla 3, muestra el resumen de las respuestas de las encuestas desarrolladas a propietarios del conjunto Colina Club, el anexo 01 muestra la evidencia de la investigación (Transcripción de entrevistas).

Tabla 3. Resumen de las encuestas a residentes. [Elaboración Propia]

	Comisión de obra 3	Comisión de obra 2	Vocal 1	Comisión de obra 1	Presidente de la junta	Vocal 2	Vicepresidente de la junta
	T: 3 apto: 204	T: 1 apto 203	T: 3 apto 603	T: 1 apto 802	T: 1 apto 601	T: 1 apto 601	T: 1 apto 1202
¿Conoce sobre energías renovables?	si	no	si	no	si	no	si
¿Qué fuentes de energía renovable conoce?	Eólica/solar	N/A	Eólica/solar	N/A	solar	N/A	Eólica/solar
¿Le llama la atención instalar fuente de energía fotovoltaica en zonas comunes del conjunto?	si	si	si	Necesita conocer mas	si	necesita saber económicamente viable	si
¿Por qué cree que no se a contemplado fuentes de energía fotovoltaica en el conjunto?	técnico /económico	No se ve la necesidad/ no hay propuestas nuevas	divulgación	divulgación	divulgación	divulgación	Desconocimiento
¿Qué aspecto cree que las razón por la cual no se a contemplado?	técnico /económico	económico	Técnico /económico	Técnico	Económico	Técnico /económico	Técnico /económico/ estética
¿ha escuchado alguna ves que el conjunto contemple utilizar esta tecnología?	no	no	no	no	si	no	no
¿Estaría dispuesto a pagar por un proyecto de energías renovable?	si, si cumple técnica y económicamente	si, depende económico y ambiental	si, depende económico	no todavía	si, depende económico	si, depende económico	si, depende económico

Respecto a la inquietud sobre si la población conoce energías renovables y cuales conoce se evidencia que hay un vago conocimiento sobre estas tecnologías y que predomina las fuentes de energía fotovoltaica.

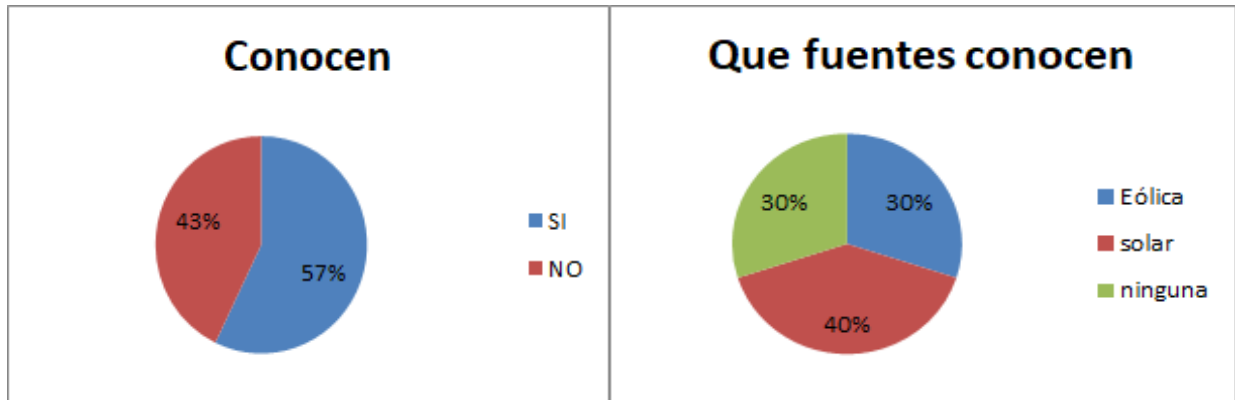


Figura 19 Resultados pregunta 1. [Elaboración Propia]

Por otro lado los resultados de la encuesta muestra que las personas encuestadas tiene interés por este tipo de tecnología, sin embargo se evidencia que las personas requieren mayor información.



Figura 20 Resultados pregunta 2. [Elaboración Propia]

Aunque las personas entrevistadas están dispuestas invertir en la instalación de un sistema de fuente de energía fotovoltaica, para la toma de decisión les interesa tener claro como principal factor el económico, en particular el beneficio costo y tiempo en el retorno de la inversión.

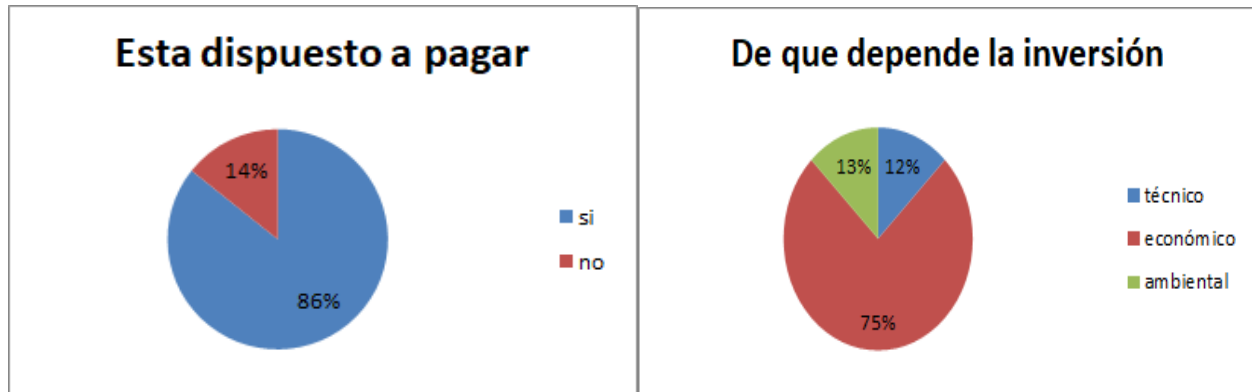


Figura 21 Dependencia de la Inversión. [Elaboración Propia]

## 2. Variable Diagnóstico.

Para la variable Diagnóstico, se clasifican las áreas comunes del conjunto según la tabla 4, donde se procede a darle un consumo de iluminación, de acuerdo a la descripción del área, según corresponda.



Figura 22 Zona de Juegos Infantiles y pasillos comunes exteriores. [Elaboración Propia]

Tabla 4 Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación [49].

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m <sup>2</sup> )
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38**
Barberías y salones de belleza	32
Iglesias	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda *	32
Garajes públicos (propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina **	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casas de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38 **
Restaurantes	22
Colegios	32
Tiendas	32
Depósitos	2.5
En cualquiera de los lugares anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares: Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de almacenaje	2.5

También para esta clasificación se toma en cuenta la Tabla 5, para el factor de la demanda del sistema de alumbrado.

Tabla 5 factor de la demanda del sistema de alumbrado [49]

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3.001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20.001 a 100 000	40
	A partir de 100 000	30
Depósitos	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Todos los demás	VA totales	100

En el primer paso, se recopilan los datos del consumo eléctrico general del conjunto; el cual arroja un consumo promedio de energía de 7500 kWh para las zonas comunes del conjunto, ver figura 23.

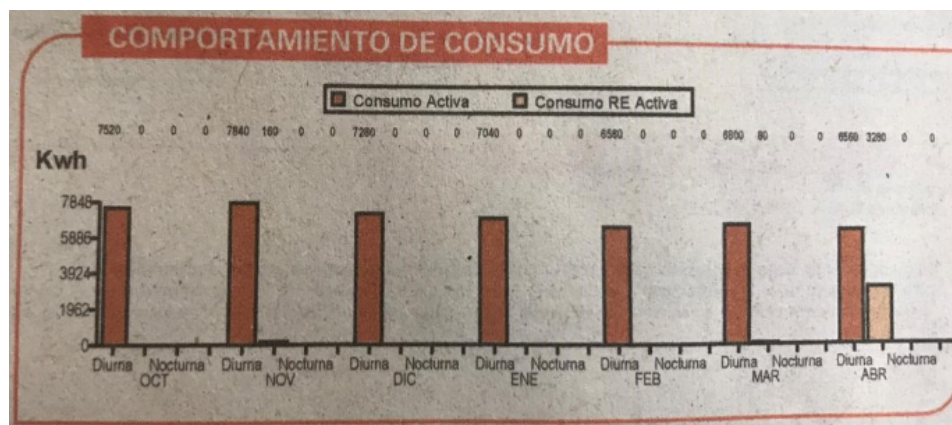


Figura 23 Tabla de consumo energético del Conjunto Residencial. [Elaboración Propia]

La carga anterior, contempla tanto iluminación como otras cargas que vienen de los equipos conectados al sistema eléctrico; para este caso se dividirá el consumo por áreas, pero solo el consumo proveniente de la iluminación.

La tabla 6, muestra el área que ocupan las principales zonas comunes del conjunto, con su respectiva área con una caracterización de si es un espacio cerrado y abierto:

*Tabla 6 División de Áreas. [Elaboración Propia]*

ÍTEM	ZONA	Área m <sup>2</sup>	Espacio
1	Parqueadero subterráneo	4900	cerrado
2	Cuarto de bombas.	18	cerrado
3	Parqueadero descubierto (A)	730	Abierto
4	Parqueadero descubierto (B)	523	Abierto
5	Recepción.	180	cerrado
6	Club house.	600	cerrado
7	Parques infantiles y jardines.	423	Abierto
8	Piscina.	135	cerrado



*Figura 24 Techo del Vestier de la Piscina. Techo del Vestidor de la Piscina, 53 m<sup>2</sup>. Área de la piscina, 37 m<sup>2</sup>. [Elaboración Propia]*



Figura 25 Parqueadero Descubierta B, 523 m<sup>2</sup>. . [Elaboración Propia]

Se procede a calcular también el área disponible para poner el sistema fotovoltaico, esto indicará que tanto provecho energético se puede sacar del conjunto donde se hace el estudio.

Este cálculo de área, tabla 7, arroja que se tienen 888 metros cuadrados, donde se ubicarían los paneles fotovoltaicos que alimentan la carga seleccionada, según consumo eléctrico y ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Tabla 7 Cálculo de áreas disponibles. . [Elaboración Propia]

Posibles áreas disponibles para instalación			
ÍTEM	ZONA	Área m <sup>2</sup>	Altura aprox m
1	Techo torre 1	360	44
2	Techo torre 2	360	44
3	Techo club house	115	13
4	Techo vestier piscina	53	4
	ESPACIO DISPONIBLE	888	

En el análisis de las áreas se tiene que en el cuarto de bombas, hay muy poco espacio para la instalación de los equipos, dada su área tan reducida. La recepción y el club house, son estructuras en las cuales tocaría realizar modificaciones mayores para instalar el sistema, por lo que también se descartan estas zonas. Hay restricciones por parte de la administración en la instalación de los equipos para las áreas de los parques infantiles y jardines, ya que afectaría la estética del conjunto.

Se propone, instalar los paneles fotovoltaicos en los parqueaderos descubiertos, allí se podría crear una especie de cubierta, que se conforme con paneles fotovoltaicos y que brinde sombra a los carros que se parquean, a la vez que producen energía para los sistemas eléctricos del edificio.

Dado los criterios adoptados, se obtiene que las áreas más indicadas para instalar los módulos fotovoltaicos son: Parqueadero Subterráneo, Parqueaderos descubiertos A y B y la Piscina, para la cual se le añadió 1000 kVA/hora, por el consumo eléctrico que se da por el calentamiento de la piscina y mantenerla a una temperatura de 30° Centígrados.

Finalmente, el cálculo de carga eléctrica a suministrar para todas las áreas según los criterios de las tablas 4 y 5. Ver tabla 8.

Tabla 8 Cargas eléctricas por área [49].

#	AREAS A ILUMINAR	AREA	(VA/m <sup>2</sup> ) Según tabla 220-3 b)	kVA	Horas de Uso diario	kVA/hora	kVA/hora por Factor de Uso 50% Según tabla 220-11
1	Parqueadero subterráneo	4900	5	24,5	24	588	294
2	Cuarto de bombas.	18	32	0,576	24	13,824	6,912
3	Parqueadero descubierto (A)	730	5	3,65	13	47,45	23,725
4	Parqueadero descubierto (B)	523	5	2,615	13	33,995	16,9975
5	Recepción.	180	32	5,76	14	80,64	40,32
6	Club house.	600	22	13,2	15	198	99
7	Parques infantiles y jardines.	423	10	4,23	13	54,99	27,495
8	Piscina.	135	10	1,35	24	32,4	1016,2

Para el cálculo de la energía a suministrar, primero se le asigna un consumo en VA/m<sup>2</sup> dada la tabla 4, de acuerdo al tipo de área, luego se procede a calcular el consumo eléctrico en kVA (Área x VA/m<sup>2</sup>). En la columna Horas de uso diario, se estima el consumo diario de energía que se genera por el encendido de la iluminación. Se calcula el consumo energético (kVA x Horas), con el valor dado anteriormente, se multiplica por el factor de uso de la instalación, dado que estas áreas son comunes, se estipula que el uso según la tabla 5 es del 50%, teniendo como resultado el consumo final de energía a suministrar.

### 3. Variable Viabilidad.

#### a) Aspecto Técnico.

Para el análisis de la variable Viabilidad se parte desde el aspecto técnico involucrado en este tipo de soluciones fotovoltaicas entre los cuales se encuentran:

- ✓ Espacio Físico,
- ✓ Equipos Disponibles.

✓ Radiación Solar.

- **Espacio Físico.**

Como se observó en el análisis de la variable diagnóstico, las áreas objeto de estudio para esta investigación serán comunes para los habitantes del Conjunto.



*Figura 26 Colina Club Residencial en Bogotá D.C. . [Elaboración Propia]*

- **Radiación Solar.**

Como se mencionó en el marco teórico, gran parte del territorio colombiano presenta un excelente nivel de radiación solar que permite la aplicación de la tecnología fotovoltaica en su territorio de manera efectiva [10].

Las figuras 27 y 28 muestran los niveles de radiación Horizontal determinados en la estación meteorológica del Aeropuerto el Dorado en Bogotá, estación más cercana al conjunto residencial Colina Club, las figuras corresponden a las mediciones del IDEAM [10] y por la NASA [46].

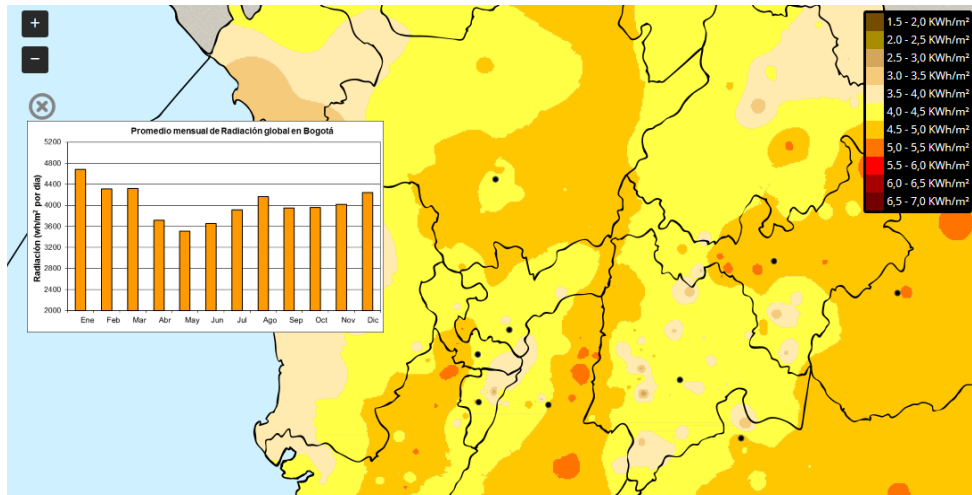


Figura 27 Radiación Solar En Bogotá [10]

RETScreen

País - Región: Colombia  
 Provin./Estado: n/a  
 Ubicación de datos meteorológicos: Bogota/Eldorado

Latitud: 4,7 °N  
 Longitud: -74,1 °E  
 Elevación: 2.546 m

Temperatura de diseño de la calefacción: 4,1 °C  
 Temperatura de diseño del aire acondicionado: 20,8 °C  
 Amplitud de la temperatura del suelo: 8,5 °C

Fuente: Suelo

	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m²/d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Días-grado de calentamiento mensual °C-d	Días-grado de enfriamiento °C-d
Ene	12,9	80,6%	5,01	75,7	2,2	20,6	158	90
Feb	13,2	80,4%	4,66	75,7	2,2	21,4	134	90
Mar	13,6	81,7%	4,47	75,7	2,2	21,4	136	112
Abr	13,8	82,8%	3,93	75,7	2,0	21,2	126	114
May	13,8	82,8%	3,70	75,7	2,1	20,8	130	118
Jun	13,5	80,5%	3,79	75,8	2,5	20,2	135	105
Jul	13,1	78,9%	4,04	75,8	2,7	20,3	152	96
Ago	13,1	78,5%	4,33	75,8	2,6	21,4	152	96
Sep	13,1	80,0%	4,31	75,7	2,2	22,1	147	93
Oct	13,2	82,8%	4,33	75,7	2,0	21,4	149	99
Nov	13,4	84,0%	4,10	75,7	2,0	20,5	138	102
Dic	12,9	82,5%	4,55	75,7	2,3	20,2	158	90
Anual	13,3	81,3%	4,27	75,7	2,3	20,9	1.716	1.204
Fuente	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	NASA	Suelo	Suelo

Medido a: m, 10, 0

Figura 28 Radiación Solar En Bogotá [46]

De la anterior, es posible considerar que el recurso solar para Bogotá es adecuado para las soluciones fotovoltaicas; ya que se cuenta con una energía promedio anual de 1,56 MWh/m<sup>2</sup>.

- **Equipo Disponible.**

En cuanto a los equipos disponibles, es de destacar que el reconocimiento de las dos áreas viables de utilización para la solución fotovoltaica permite reconocer dos aplicaciones distintas; para la piscina, se tratará de calentamiento solar y para el área del parqueadero se tratará de generación de electricidad.

- *Calentamiento Solar.*

Los equipos utilizados para el calentamiento solar de piscinas son llamados colectores y fue posible identificar múltiples fabricantes de los mismos con una amplia gama de paneles para este tipo de solución. Dentro de las marcas más representativas halladas, entre muchas otras, en el mercado con colectores aptos para la aplicación se encuentran:

- Aquatherm Industries.
- Enersol Solar Products
- Heliocol
- Solartech International
- SunStar

La calefacción de la piscina se realiza actualmente a través de una caldera de gas natural y la propuesta de calentamiento con colectoreses solares en el techo del Vestier presenta las condiciones de la figura 29. Donde el software Retscreen arroja una demanda anual de energía de 100.3 MWh.

Proyecto de calefacción				
Tecnología	Calentador solar de agua			
Características de la carga	<input checked="" type="radio"/> Piscina <input type="radio"/> Agua caliente			
Aplicación				
Tipo	Unidad	Caso base	Caso propuesto	
Área		Interior		
Uso de cubierta	m <sup>2</sup>	37,0	37,0	
Temperatura	h/d	0,0	0,0	
Agua de reemplazo	°C	30,0	30,0	
	%/sem	10%	10%	
Demanda de calor	Unidad	Caso base	Caso propuesto	Energía ahorrada
	MWh	100,3	100,3	0%

Figura 29 Demanda de energía anual para calentar la piscina a 30°C. Con una utilización del 100%. .  
[Elaboración Propia]

Se ha seleccionado el colector HC-50 de Heliocol (Ver datos técnicos en el anexo 02.) por tratarse de uno de los colectores más usados en el calentamiento solar de piscinas a nivel mundial, adicionalmente de factores económicos que serán tratados un poco más adelante. La figura XX muestra la capacidad que tendría el montaje propuesto con 10 colectores.

Como se observa en la figura 30, la solución fotovoltaica aportaría un 16% de la energía requerida; motivo por el cual el modelo propuesto sería una mezcla entre calentador a gas y colectores; en la figura 31 se observan los aportes de consumo del sistema base junto al propuesto.

**Calentador solar de agua**

Tipo	Sin vidriado	
Fabricante	Heliocol	
Modelo	HC-50	
Área bruta por colector solar	m <sup>2</sup>	4,53
Área de captación de colector solar	m <sup>2</sup>	4,53
Coefficiente Fr (tau alfa)		0,84
Corrección eólica para Fr (tau alfa)	s/m	0,04
Coefficiente Fr UL	(W/m <sup>2</sup> )/°C	14,90
Corrección eólica para Fr UL	(J/m <sup>2</sup> )/°C	10,93
Número de colectores		10
Área del colector solar	m <sup>2</sup>	45,30
Capacidad	kW	31,71
Pérdidas varias	%	4,0%

9

**Balance del sistema y misceláneos**

Intercambiador de calor	si/no	No
Pérdidas varias	%	3,0%
Potencia de bomba / área de colector solar	W/m <sup>2</sup>	0,00
Tarifa de electricidad	\$/kWh	562,000

**Resumen**

Demanda de electricidad - bomba	MWh	0,0
Calentamiento entregado	MWh	15,6
Fracción solar	%	16%

Figura 30 Energía generada por los paneles instalados en el techo del Vestier de la Piscina. . [Elaboración Propia]

**Sistema de calefacción**

Verificación del proyecto

		Caso base	Caso propuesto	
Tipo de combustible		Gas natural - m <sup>3</sup>	Gas natural - m <sup>3</sup>	
Eficiencia estacional		100%	100%	
Consumo de combustible anual	m <sup>3</sup>	10.623,9	8.968,1	m <sup>3</sup>
Precio del combustible	\$/m <sup>3</sup>	1826,000	1826,000	\$/m <sup>3</sup>
Costo del combustible	\$	19.399.298	16.375.663	

Figura 31 Consumos anuales de combustible. . [Elaboración Propia]

Los aspectos económicos de la propuesta serán evaluados en el apartado económico.

- **Generación de Electricidad.**

Para la segunda aplicación propuesta, la generación de electricidad, también se realizó un análisis de marcas de paneles solares disponibles comercialmente y sus fabricantes los cuales se encuentran

en un mayor número al tratarse de una aplicación mucho más usada mundialmente; entre los que se destacan:

- BP Solar
- Greenpower
- Mitsubishi
- Suntech
- Trina Solar

Como se determinó en el análisis de la variable Diagnóstico, la selección del parqueadero descubierto B como área de instalación de los paneles solares ofrecerá la energía necesaria para iluminar el parqueadero subterráneo, el cual presenta un requerimiento de energía de 300 kWh al día, lo que se traduce en una demanda anual de aproximada de 109,5 MWh. La figura 32 muestra los resultados ofrecidos por Retscreen.

**Características de la carga**

Método 1  
 Método 2

	Unidad	Caso base	Caso propuesto	
Demanda de electricidad - diaria - CC	kWh	0,100	0,100	
Demanda de electricidad - diaria - CA	kWh	300,000	300,000	
Correlación recurso-carga intermitente			Cero	

**Porcentaje del mes usado**

	Unidad	Caso base	Caso propuesto	Energía ahorrada
Demanda de electricidad - anual - CC	MWh	0,037	0,037	0%
Demanda de electricidad - anual - CA	MWh	109,500	109,500	0%
Carga punta - anual	kW		0,20	

Figura 32 Demanda de energía para el proyecto de generación de electricidad. . [Elaboración Propia]

Se ha seleccionado el panel policristalino TSM-PC05 235W de Trina Solar (Ver datos técnicos en el anexo 03) por tratarse de un panel bastante usado para la aplicación discutida en esta sección además de presentar una eficiencia del 14.1%, valor con buena aceptación considerando un buen compromiso en la relación costo-eficiencia.

La figura 33 muestra la capacidad que tendría el montaje propuesto con 300 paneles una ocupación de 500 m<sup>2</sup>.

<b>Fotovoltaico</b>			
Tipo		poly-Si	
Capacidad de generación eléctrica	kW	70,50	35250,0%
Fabricante		Trina Solar	
Modelo		poly-Si - TSM-PC05 235W	300 unidad(es)
Eficiencia	%	14,1%	
Temperatura normal de operación de las celdas	°C	45	
Coefficiente de temperatura	% / °C	0,40%	
Área del colector solar	m <sup>2</sup>	500,0	
Método de control		Engrapado	
Pérdidas varias	%	15,0%	
<b>Resumen</b>			
Factor de utilización	%	11,1%	
Electricidad entregada a la carga	MWh	60,72	55,4%

Figura 33 Energía generada por los paneles instalados en el parqueadero descubierto B. . [Elaboración Propia]

Como se observa en la figura anterior, la solución fotovoltaica aportaría un 55.4% de la energía requerida; motivo por el cual el modelo propuesto sería una mezcla entre energía de red y paneles.

### b) Aspecto Económico

En cuanto al aspecto económico de las soluciones propuestas se tienen los siguientes resultados:

- **Calentamiento Solar.**

Los equipos colectores solares analizados en este estudio para las empresas listadas anteriormente arrojaron un rango de precio entre los 400 y 800 dólares por panel. El proyecto tiene una vida útil estimada de 25 años.

La información financiera aproximada del colector seleccionado se muestra en la tabla 9.

*Tabla 9 Costos instalación de calentador solar. [Elaboración Propia]*

Colector HC-50		
Fabricante	Heliocol	Total
Precio unitario	COP 2'700.000 (US\$ 700)	COP 27'000.000 (US\$ 7000)
Batería y equipo Auxiliar.	COP 13'000.000 (US\$3350)	COP 13'000.000 (US\$3350)
Instalación	COP 10'000.000	COP 10'000.000
Total		COP 50'000.000

La figura 34 muestra el análisis financiero de la solución de calentamiento solar

Análisis Financiero		
<b>Parámetros financieros</b>		
Tasa de inflación	%	2,2%
Tiempo de vida del proyecto	año	25
Relación de deuda	%	0%
<b>Costos iniciales</b>		
Sistema de calefacción	\$	40.000.000
Otro	\$	10.000.000
<b>Costos iniciales totales</b>	\$	<b>50.000.000</b>
<b>Incentivos y donaciones</b>	\$	<b>0</b>
<b>Costos anuales/pagos de deuda</b>		
Costo de O y M (ahorros)	\$	2.000.000
Costo de combustible - caso propuesto	\$	16.375.663
Otro	\$	
<b>Costos anuales totales</b>	\$	<b>18.375.663</b>
<b>Ahorros y renta anuales</b>		
Costo de combustible - caso base	\$	19.399.298
Otro	\$	4.000.000
<b>Total renta y ahorros anuales</b>	\$	<b>23.399.298</b>
<b>Viabilidad financiera</b>		
TIR antes - impuestos - activos	%	11,2%
Pago simple de retorno del capital	año	10,0
Repago - capital	año	8,9

Figura 34 Análisis financiero solución de calentamiento solar. [Elaboración Propia]

En este proyecto se estima no usar financiamiento por parte del conjunto residencial y tras estimar los costos iniciales de instalación, de operación y mantenimiento anual; así como los costos del gas quemado en ambos casos de operación, el software retscreen arroja los siguientes resultados:

TIR del 11,2%

Tiempo de retorno de 8,9 años, ver figura 35.

Este análisis indica que financieramente el calentamiento solar a la piscina es posible a pesar de que por las limitaciones de área física sólo se genere un 16% de la energía requerida.

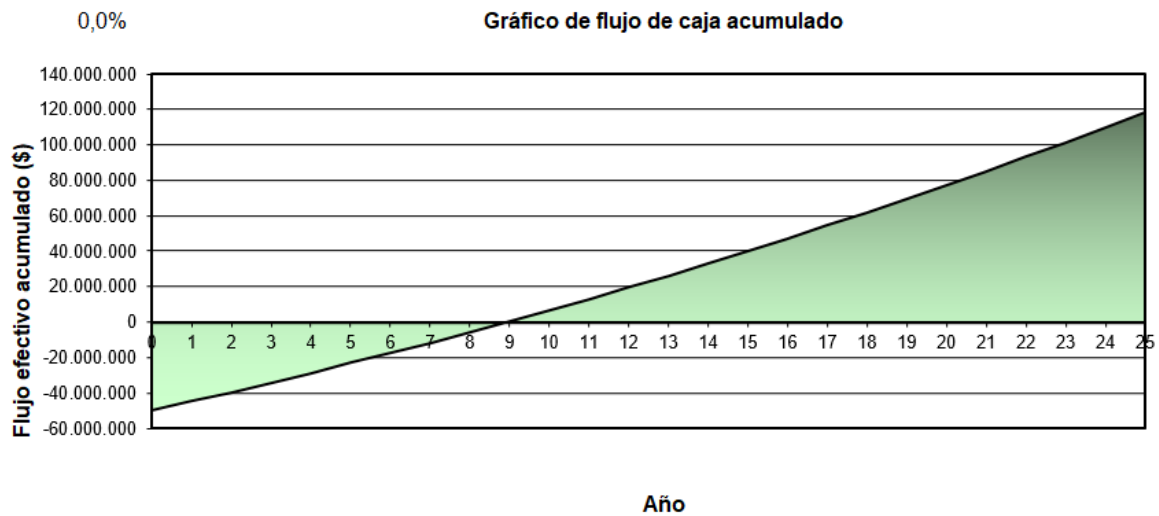


Figura 35 Flujo de caja para el calentamiento solar. [Elaboración Propia]

- **Generación de Electricidad.**

Los paneles solares analizados en este estudio para las empresas listadas anteriormente arrojaron un rango de precio entre los 150 y 400 dólares por panel. El proyecto tiene una vida útil estimada de 25 años.

La información financiera aproximada del colector seleccionado se muestra en la tabla 10.

La figura 36 muestra el análisis financiero de la solución de generación de electricidad

Tabla 10 Costos instalación del generador de electricidad. [Elaboración Propia]

Panel poly-Si - TSM-PC05 235W		
Fabricante	Trina Solar	Total
Precio unitario	COP 890.000 (US\$ 230)	COP 267'000.000 (US\$ 69000)
Batería y equipo Auxiliar.	COP 13'000.000 (US\$3350)	COP 13'000.000 (US\$3350)
Instalación	COP 30'000.000	COP 30'000.000
Total		COP 310'000.000

Análisis Financiero			
<b>Parámetros financieros</b>			
Tasa de inflación	%		2,5%
Tiempo de vida del proyecto	año		25
Relación de deuda	%		50%
Tasa de interés de la deuda	%		10,00%
Duración de deuda	año		10
<b>Costos iniciales</b>			
Sistema eléctrico de potencia	\$		280.000.000
Otro	\$		30.000.000
<b>Costos iniciales totales</b>	\$		310.000.000
<b>Incentivos y donaciones</b>			
	\$		
<b>Costos anuales/pagos de deuda</b>			
Costo de O y M (ahorros)	\$		3.000.000
Costo de combustible - caso propuesto	\$		27.435.618
Pagos de la deuda - 10 años	\$		25.225.536
Otro	\$		
<b>Costos anuales totales</b>	\$		55.661.154
<b>Ahorros y renta anuales</b>			
Costo de combustible - caso base	\$		61.559.513
Otro	\$		5.000.000
<b>Total renta y ahorros anuales</b>	\$		66.559.513
<b>Viabilidad financiera</b>			
TIR antes de impuestos - capital	%		14,9%
TIR antes - impuestos - activos	%		8,3%
Pago simple de retorno del capital	año		8,6
Repago - capital	año		9,6

Figura 36 Análisis financiero solución de generación eléctrica. [Elaboración Propia]

En este proyecto se estima usar financiamiento del 50% por parte del conjunto residencial y tras estimar los costos iniciales de instalación, de operación y mantenimiento anual; así como los costos de la electricidad tomada de la red en ambos casos de operación, el software retscreen arroja los siguientes resultados:

TIR del 14,9%

Tiempo de retorno de 9,6 años, ver figura 37.

Este análisis indica que financieramente la generación de electricidad es posible sin afectar demasiado las restricciones urbanísticas de área física generando un 55,4% de la energía requerida para iluminar el parqueadero subterráneo de 4900 m<sup>2</sup>.

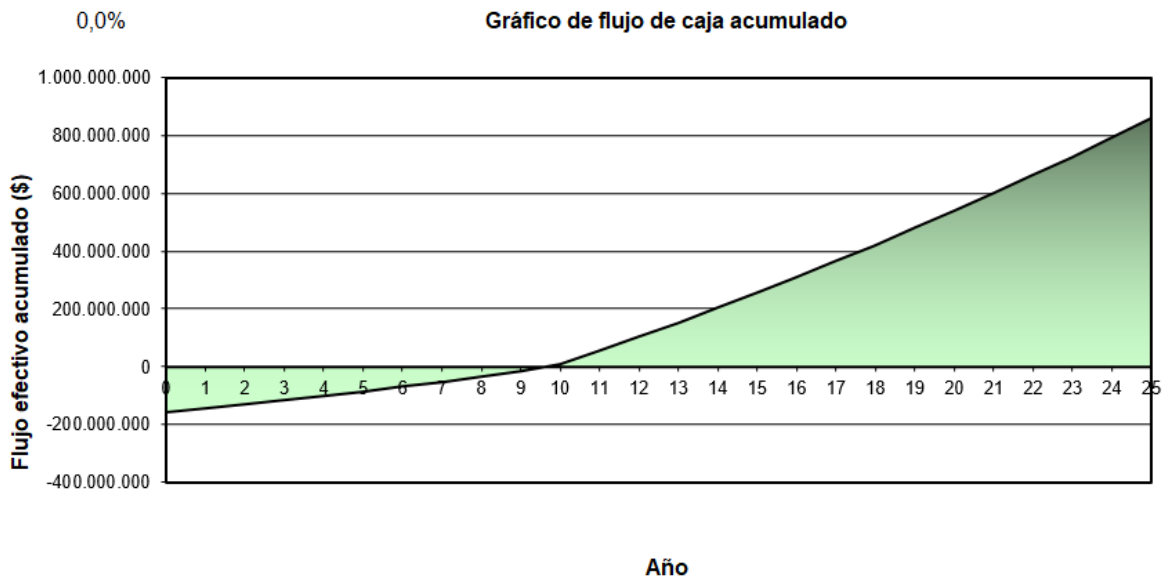


Figura 37 Flujo de caja para la generación de electricidad. [Elaboración Propia]

### c) Aspecto Ambiental

En cuanto al aspecto ambiental de las soluciones propuestas se tienen los siguientes resultados:

#### - *Calentamiento Solar.*

Los equipos colectores solares analizados en este estudio permiten una reducción del 16% en la energía requerida para calentar la piscina a 30°C, la energía adicional se obtiene de quemar gas natural.

El análisis Retscreen en cuanto al CO<sub>2</sub> emanado a la atmósfera se observa en la figura 38.

<input checked="" type="checkbox"/> Análisis de Emisiones		
<b>Emisiones GEI</b>		
Caso base	tCO <sub>2</sub>	19,8
Caso propuesto	tCO <sub>2</sub>	16,7
<b>Reducción anual bruta de emisiones GEI</b>	tCO <sub>2</sub>	3,1
Derechos de transacción por créditos GEI	%	0,0%
<b>Reducción de emisiones GEI anual neta</b>	tCO <sub>2</sub>	3,1
<b>Renta por reducción de GEI</b>		
Tasa crédito reducción de GEI	\$/tCO <sub>2</sub>	0,00

Figura 38 Comparativo de emisiones de CO<sub>2</sub> en los dos casos para el calentamiento solar. [Elaboración Propia]

Se observa una reducción 3,1 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera implementando los colectores solares para calentar la piscina, a pesar de solo emplear un 16% de la energía requerida.

Esta reducción de dióxido de carbono enviado a la atmósfera equivale a no utilizar 0,6 autos.

- **Generación de Electricidad.**

Los paneles solares analizados en este estudio permiten una reducción del 55,4% en la energía requerida para iluminar los 4900 m<sup>2</sup> del parqueadero subterráneo del conjunto residencial, la energía adicional se obtiene de la red eléctrica.

El análisis Retscreen en cuanto al CO<sub>2</sub> emanado a la atmósfera se observa en la figura 39.

<b>Análisis de Emisiones</b>		
<b>Caso base del sistema eléctrico (Línea de base)</b>		<b>Factor emisión de GEI (excl. T y D)</b>
<b>País - Región</b>	<b>Tipo de</b>	<b>tCO<sub>2</sub>/MWh</b>
Colombia	Todos los tipos	0,151
<b>Emisiones GEI</b>		
Caso base	tCO <sub>2</sub>	16,5
Caso propuesto	tCO <sub>2</sub>	7,4
<b>Reducción anual bruta de emisiones GEI</b>	tCO <sub>2</sub>	9,2
Derechos de transacción por créditos GEI	%	0,0%
<b>Reducción de emisiones GEI anual neta</b>	tCO <sub>2</sub>	9,2
<b>Renta por reducción de GEI</b>		
Tasa crédito reducción de GEI	\$/tCO <sub>2</sub>	0,00

Figura 39 Comparativo de emisiones de CO<sub>2</sub> en los dos casos generación eléctrica. [Elaboración Propia]

Se observa una reducción 9,2 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera implementando los paneles solares para iluminar el parqueadero, empleando un 55,4% de la energía requerida.

Esta reducción de dióxido de carbono enviado a la atmosfera equivale a no utilizar 1,7 autos.

#### 4. Realización del Modelo

- **Hipótesis 1 :**

Luego de realizar las entrevistas se evidenció un escaso conocimiento sobre la tecnología y el interés de los encuestados en identificar beneficios económicos en un proyecto por esta razón se toma la decisión de mostrar beneficios en los aspectos; técnico económico y ambiental.

- **Hipótesis 2 :**

Se descartan los puntos que por su condición estructuran y complejidad no son viables.

- **Hipótesis 3 :**

Se realiza es estudio de viabilidad técnico y económico a los puntos que arrojaron mayor potencial los cuales fueron: El parqueadero subterráneo y la piscina.

- **Hipótesis 4 :**

Para la evaluación económica se tuvieron en cuenta: TIR, financiación y recuperación de la inversión.

- **Hipótesis 5 :**

El proyecto se considera viable cuando cumple con las especificaciones técnicas en cuanto a capacidad y requerimiento de paneles, el conjunto cuenta con el área disponible y en la evolución económica arroja una (tasa interna de retorno) TIR superior a 10% (tasa de financiamiento) y se tenga una recuperación de la inversión inferior a la vida útil del panel solar elegido.

## 5. Divulgación

En el desarrollo de la etapa de divulgación, nos encontramos con varias dificultades, previstas en el análisis inicial y derivadas de la emergencia sanitaria por la pandemia.

### a) Variable Medio

**Físico:** Una vez validados recursos con que se contaban, se decidió proceder con la impresión del documento a ser divulgado, a pesar de ser conscientes de la restricción presentada en ese momento por la pandemia, se optó por tener una divulgación física buscando un mayor cubrimiento.

**Digital:** Se consideró como el principal medio de divulgación, basado en la situación actual y en el crecimiento del uso de herramientas virtuales e informáticas. Teniendo en cuenta la aceptación del medio anterior, se puede evidenciar que la divulgación sería de carácter mixto.

**Verbal:** Luego de analizar el contexto y basados en las orientaciones gubernamentales vigentes, se procedió a determinar este medio como no viable.

A pesar de haberse descartado un medio, se resolvió que al tener una divulgación mixta, era viable llegar hasta los receptores.

### b) Variable método

**Correo electrónico:** La divulgación por este medio se definió como la más viable y que representaría mayor cubrimiento pues es el único método que no requiere desplazamiento y adicional aprovecha el incremento en el uso de las TIC.

Por medio de la administración se efectuó el envío de la información a los principales representantes del conjunto.

**Publicación en cartelera:** Aún cuando se conoce que la consulta a las carteleras disminuyó notablemente, como consecuencia de la cuarentena decretada, se decidió hacer uso de las tres carteleras existentes, basado en la viabilidad de imprimir los documentos y la de publicarlos físicamente un periodo de un mes, aumentando el nivel de divulgación. La ubicación de las carteleras se describen a continuación.

- Cartelera Ascensor

Esta cartelera se encuentra al lado de los 6 ascensores. Si bien esta cartelera no cuenta con suficiente espacio, la administración aceptó dar un lugar para la publicación del documento por un espacio de tiempo limitado.

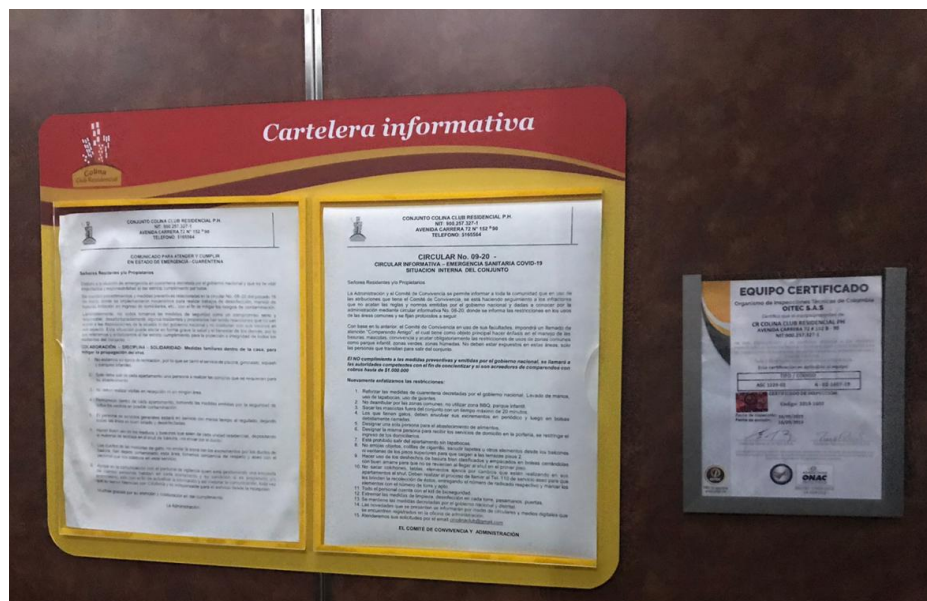


Figura 40 Cartelera Ascensores. [Elaboración Propia]

- Cartelera Entrada

Esta cartelera se encuentra ubicada en la entrada al conjunto. En esta cartelera se publica información de varias naturalezas y se evidencia en la foto que cuenta con espacio para una nueva publicación.



*Figura 41 Cartelera entrada principal. [Elaboración Propia]*

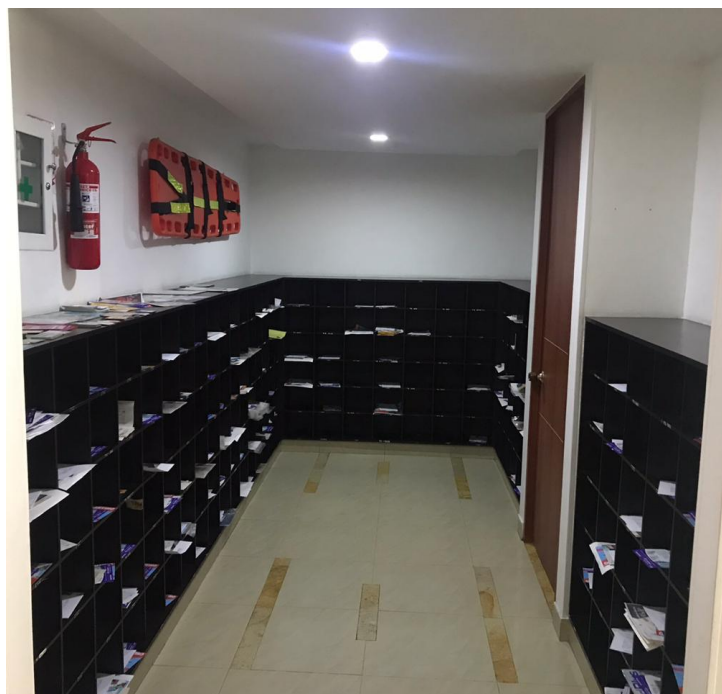
- Cartelera Recepción

Esta cartelera se encuentra en la recepción del conjunto, junto al buzón físico. Como se evidencia en la foto, cuenta con espacio considerable y la administración aceptó reorganizar para hacer viable la publicación.



*Figura 42 Cartelera recepción. [Elaboración Propia]*

**Buzón físico:** Igual que en lo expuesto anteriormente, se entiende que en esta etapa de cuarentena la opción física no es la más efectiva, sin embargo con el fin de atacar todos los frentes viables de divulgación, y una vez evidenciado que se contaba con los recursos tanto para imprimir como para hacer uso del buzón físico del conjunto, se aplicó esta opción conforme se muestra a continuación:



*Figura 43 Buzón físico en recepción. [Elaboración Propia]*

### c) Variable mensaje

**Contenido:** Una vez analizadas las encuestas, se evidenció la necesidad de divulgar los beneficios técnicos y económicos a los residentes del conjunto, con una alta expectativa de aceptación pues manifestaron tener interés y requerir mayor información sobre costo-beneficio.

**Simplificación:** Buscando el entendimiento común y en miras de atender lo reflejado en las encuestas, se definió un mensaje corto, más gráfico que escrito y con los ejemplos de aplicar energía fotovoltaica a los parqueaderos y la piscina. El ejemplo visual queda consignado en el desarrollo del modelo.

## OBSERVACIONES

1. Se logra identificar que entre los residentes su mayor preocupación es la falta de información como el desconocimiento de los beneficios de esta tecnología.
2. Los puntos para los cuales se identificó como los mejores, para verificar en la sustitución energética dados los criterios de facilidad de la instalación, área y consumo eléctrico y además para instalar los módulos fotovoltaicos son: Parqueadero Subterráneo, Parqueadero descubierto A, Parqueadero descubierto B y la Piscina
3. El análisis de la viabilidad de instalar soluciones fotovoltaicas al conjunto residencial Colina Club en Bogotá muestra que, tanto a nivel técnico, económico y ambiental, este tipo de aplicaciones es totalmente compatible y aplicable a nivel residencial.
4. En el desarrollo de la divulgación se evidenció que se contaba con las herramientas y elementos necesarios para conseguir transmitir la información requerida por los residentes del conjunto para despejar sus dudas con respecto a los beneficios de la instalación de energía fotovoltaica en las zonas comunes y/o piscina del conjunto.

## **RESULTADO**

Los modelos de divulgación para el uso de energía fotovoltaica para el conjunto residencial se muestran en las figuras 44 y 45.

# Energía solar a tu alcance

## Modelo preliminar para el uso de energía fotovoltaica; caso de uso conjunto residencial colina club, Bogotá

Sabía usted que Colombia por su ubicación tiene un alto potencial para la utilización de energía fotovoltaica

Genera menos del:

1%



La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad.

Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante

Aunque usted no lo crea esta tecnología tiene mas de **181 años** y ha sido mejorada y reproducida a gran escala.




La energía puede ser acumulada en baterías y hasta devuelta a la red eléctrica.

### ¿Donde aprovechar la energía solar?

- Apartamentos
- Parqueaderos subterráneos
- Cuarto de bombas
- Parqueadero descubierto A
- Parqueadero descubierto B
- Recepción
- Club house
- Parque infantiles y jardines
- Piscina

### BENEFICIOS

#### Del uso de energía solar?

Ahorro hasta el **40%**  en tu recibo de la luz

Tecnológica de alta calidad



Ubicación geografía excepcional



Apoyo a proyectos por parte del **UPME** (Unidad de Planeación Minero Energética)

Reducción de tu huella de carbono



Colombia ya cuenta con regulación para el uso de esta tecnología; Ley 1715 de 201.

Alta capacidad de almacenamiento



Figura 44 Modelo de divulgación. [Elaboración Propia]

## Aspectos a tener en cuenta al momento de elegir el punto adecuado para su instalación:

- Espacio físico disponible para la instalación
- Modificaciones mayores para instalar el sistema
- Nivel de radiación solar del lugar (ubicación geográfica)
- Equipos disponibles en el sector, demanda energética del lugar
- Restricciones locativas o reglamentarias del lugar.

Descartamos puntos no adecuados



## Evaluación de puntos elegidos

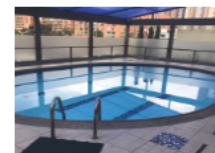
\*paneles instalados en el parqueadero descubierto

\*\* Proyección incluye financiación

**PARQUEADERO:**  
Generación de energía para iluminación



**PISCINA:**  
Uso de energía solar para calefacción



<b>TÉCNICA</b> Panel seleccionado / Cantidad	TSM-PC05 235W / 300 Und	HC-50 de Heliocol / 10 Und
<b>AMBIENTAL</b> Aporte solución fotovoltaica	<b>55,4%</b>	<b>16%</b>
<b>ÁREA POR UTILIZAR</b> Para la instalación de los paneles	500 m <sup>2</sup> *	45.30 m <sup>2</sup>
<b>ECONOMICA (COP)</b> Valor total inversión / <b>Recuperación</b>	\$310.000.000 / 10 AÑOS **	\$50.000.000 / 9 AÑOS
<b>VIABILIDAD</b> Aspectos ambiental, técnico y económico	✓	✓

El uso de energía solar no es un mito, es una realidad!

UNIVERSIDAD EAN

fcastri68892@universidadean.edu.co, jgalvis73215@universidadean.edu.co,  
somero58280@universidadean.edu.co, evasque29663@universidadean.edu.co,  
, yceball99022@universidadean.edu.co

Figura 45 Modelo de divulgación. [Elaboración Propia]

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. GENERAL

De acuerdo al desarrollo de esta investigación se diseñó un modelo de implementación de energía fotovoltaica para satisfacer las necesidades energéticas y económicas del conjunto residencial Colina Club de Bogotá; teniendo en cuenta la opinión de los residentes, características técnicas del conjunto y la forma más accesible para su divulgación.

### 2. ESPECÍFICOS

- Actualmente el conjunto residencial Colina Club no cuenta y no ha contemplado un sistema de fuente de energía fotovoltaica por falta de divulgación, aunque los residentes tienen un conocimiento vago de los paneles solares, no tienen claro su funcionamiento y el beneficio costo.
- Se evidenció la necesidad de realizar una divulgación en el conjunto para cubrir la necesidad arrojada por las encuestas de identificar el costo-beneficio del uso de la energía fotovoltaica en el conjunto, más específicamente en los parqueaderos y/o piscina.
- Se concluye que las áreas más indicadas para la instalación de los paneles fotovoltaicos, son aquellas donde no se genera conflicto entre los residentes y la administración; como lo pueden ser :las terrazas, los parqueaderos descubiertos, senderos, parques. Ante todo preservando la seguridad de los habitantes y tratando de conservar el diseño arquitectónico.

- El análisis de viabilidad técnica, económica y ambiental de una solución fotovoltaica para calentar el agua de la piscina o iluminar el parqueadero del conjunto residencial Colina Club en Bogotá, mostró ser totalmente viable en estos tres aspectos y compatible con sus restricciones de uso de espacio comunal.
- Al diseñar un modelo es indispensable establecer hipótesis claras y específicas basadas en datos reales y análisis de distintas variables pues esto ayuda a realizar un modelo simplificado y fácil de entender, es relevante también tener en cuenta los requisitos del cliente lo cual ayuda a diseñar un modelo gráfico que cumpla con las necesidades y no que de información que confunda o no cumpla su función.

## LISTA DE REFERENCIAS

[1] <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>.

(Consultado: 26-03-2020)

[2] Rodríguez Meza, M.A; Cervantes Cota, J.L. (2017) “*EL EFECTO FOTOELÉCTRICO*” Depto. De Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México.

[3] Celsia. <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>

(Consultado: 26-03-2020)

[4] [https://www.energiza.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=624&catid=22&Itemid=111](https://www.energiza.org/index.php?option=com_content&view=article&id=624&catid=22&Itemid=111)

(Consultado: 26-03-2020)

[5] Gómez Ramírez, Jhonnatan; Murcia Murcia, Jairo D; Cabeza Rojas, Ivan. (2018). “*LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA: POTENCIALES, ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS*”. Universidad Santo Tomás. Bogotá

[6] Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Ministerio de Minas y Energía. (2018). *Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano – agosto de 2018*.

Recuperado de:

[http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2018/Informe\\_de\\_variables\\_Ago\\_2018.pdf](http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2018/Informe_de_variables_Ago_2018.pdf)

[7] Galvis, Jorge Leonardo. (2019). “*VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE CONCENTRACIÓN SOLAR (CSP) PARA GENERACIÓN ALTERNATIVA DE ELECTRICIDAD EN CÚCUTA*,”

COLOMBIA”. TRABAJO FINAL DE MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA. Universitat de Barcelona.

[8] Valera Lara, Luz Carime. (2019). “*ESTUDIO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS HÍBRIDOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA. CASO DE ESTUDIO EN UN CAMPO PETROLERO EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA*”. TRABAJO FINAL DE MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA. Universitat de Barcelona.

[9]<https://www.xm.com.co/Paginas/Renovables/Renovables-no-convencionales-en-el-SIN.aspx>  
(Consultado: 11-03-2020)

[10] IDEAM, “*Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia,*” (2014).  
Recuperado de: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>. (Consultado: 25-03-2020)

[11] UPME. (2015). “*Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*”. ISBN No. 978-958-8363-26-4. Bogotá.

[12] Fernández Robles, José. (2018). FS Energías renovables en Colombia; ICEX España, 3-4).  
Recuperado de: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2018785959.html?idPais=CO>

[13] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Geovisor directorio de empresas, (2018). recuperado de: <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/directorio-estadistico-de-empresas/?lt=4.783177650137462&l=-73.97047936749995&z=8>

[14] Ferrer, José Miguel. (2015). “*Situación y evolución de la energía solar fotovoltaica y su tecnología.*” Revista Mundo Eléctrico. Edición 100.

[15] UPME, Registro de Proyectos de Generación , (2016), recuperado de: [http://www1.upme.gov.co/Documents/Registro\\_Proyectos\\_Generacion\\_Ago2016.pdf](http://www1.upme.gov.co/Documents/Registro_Proyectos_Generacion_Ago2016.pdf)

[16] UPME, Boletín estadístico de minas y energías, (2016-2018), recuperado de: [http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin\\_Estadistico\\_2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018.pdf)

[17] Roca, José A. Periódico de la Energía, (2015). “*Las Renovables Acaban Con el Mito y se Convierten en la Mejor Opción por Razones Económicas.*” Recuperado de <https://elperiodicodelaenergia.com/las-renovables-acaban-con-el-mito-y-se-convierten-en-la-mejor-opcion-por-razones-economicas/>

[18] U.S. Energy Information Administration. (2020). “*Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2020.*”

[19] Anuta, Harold., Ralon, Pablo., Taylor, Michael. (2019). “*Renewable Power Generation Costs in 2018*”, 9-10, Recuperado de <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>

[20] Tarifas Gas Luz Selectra. (2020). “*Como Instalar Paneles Solares en Casa Precios Para Una Vivienda.*” Recuperado de <https://tarifasgasluz.com/faq/como-instalar-paneles-solares-casa>

[21] Alcubierre, Diego. (2019). “*Cuanto Cuestan los Paneles Solares, CEMAER.*” Recuperado de <https://www.cemaer.org/cuanto-cuestan-los-paneles-solares/>

[22] Celsia. (2019). “*En el Tolima nos Mueve las Energías Renovables.*” Recuperado de <https://blog.celsia.com/new/en-el-tolima-nos-mueven-las-energias-renovables/>

[23] Portafolio. (2019). “Autogeneración con energía solar, atractiva por tarifas competitivas.” Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/la-autogeneracion-con-energia-solar-atractiva-por-tarifas-competitivas-527218>

[24] Congreso de la República de Colombia. (2014). “Ley 1715 de 2014”. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html).

[25] MME - UPME. (2014). “Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014”. Recuperado de [https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla\\_IGE\\_Incentivos\\_Tributarios\\_Ley1715.pdf](https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf).

[26] El Presidente de la República de Colombia. (2015). “Decreto 2143 de 2015”. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=64682>

[27] Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). “Resolución 1283 de 2016”. Recuperado de <http://portal.anla.gov.co/normatividad/resoluciones/resolucion-1283>

[28] UPME. (2017). “Resolución 585 de 2017”. Recuperado de [http://www1.upme.gov.co/Normatividad/585\\_2017.pdf](http://www1.upme.gov.co/Normatividad/585_2017.pdf)

[29] Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). “Resolución 2000 de 2017”. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/b7-res%202000%20de%202017.pdf>

[30] CREG. (2018). “Resolución 038 de 2018”. Recuperado de <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/71e64d5b21da40e8052582830078b66e?OpenDocument>

[31] Monje, Carlos Arturo, (2011) “*Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía práctica*”, Recuperado de: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

[32] Moliner, Maria, (2002) “*Diccionario de uso del español*”, Recuperado de: <https://encolombia.com/medicina/psiquiatria-salud-mental/azar-determinista/definicion-concepto/>

[33] Murillo, Javier. Garcia, Maria. Martin, Cynthia. Sanchez, Lorena, (2017) “*La Entrevista*”, Recuperado de: [http://www.uca.edu.sv/mcp/media/archivo/f53e86\\_entrevistapdfcopy.pdf](http://www.uca.edu.sv/mcp/media/archivo/f53e86_entrevistapdfcopy.pdf)

[34] CELSIA. (2020). <https://blog.celsia.com/new/el-primer-diagnostico-para-implementar-un-proyecto-de-energia-solar-en-tu-empresa/>

Consultado el 28-04-2020

[35] Real Academia Española (RAE). (2019). “*Diccionario de la Lengua Española*”. Asociación de Academias de la Lengua Española.

[36] Gbenedji, Gladys. (2016). "Estimar los Recursos de las Actividades". Recuperado de <https://www.gladysgbenedji.com/category/gestion-del-tiempo/> y consultado el 13-05-2020.

[37] SGS Academy. (2012). “Aspectos e Impactos Ambientales”. Recuperado de: [http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=1c697920-c8b1-4425-8952-1b16718a223b&groupId=24732)

[38] Green, Martin A. Hishikawa, Yoshihiro. Warta, Wilhelm. Dunlop, Ewan D. Levi, Dean H. Hohl-Ebinger, Ho-Baillie, Jochen. Anita W.Y. (2017). “*Solar cell efficiency tables (version 50)*”. John Wiley & Sons, Ltd

[39] CEPESA. (2015). “*El Cambio Climático y los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Cepsa*”. Dossier Cepsa, Dirección de Comunicación

[40] P, QuestionPro. “¿Qué es una entrevista estructurada, semiestructurada y no estructurada?”. Recuperado de: <https://www.questionpro.com/blog/es/entrevista-estructurada-y-no-estructurada/>

[41] Berlo, D. (2008). “El proceso de la comunicación: Introducción a la teoría y a la práctica.” El Ateneo. Recuperado de <https://bibliopopulares.files.wordpress.com/2012/12/el-proceso-de-la-comunicacion-david-k-berlo-301-1-b-514.pdf>

[42] Wadsworth, J. (1997). “Análisis de Sistemas de Producción Animal - Tomo 2”. FAO, Cap. 1

[43] Franquet Bernis, Josep Maria.(2008). “El estudio operativo de la psicología”, p. 43.

[44] Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (2020). “Guía para calcular el consumo de electricidad y tablas de consumo de electrodomésticos”. Consultado el 28-04-2020

[45] Fernandez Gonzalez, Rodolfo. “Metodologías de modelización”, p. 4.

[46] Recuperado de: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-publications/tools/data-analysis-software-modelling/retscreen/7465>

[47] Online Business School (OBS). (2020). “Viabilidad de un Proyecto”. Planeta Formación y Universidades.

[48] Congreso de la república de Colombia. (2012). “Ley estatutaria 1581 de 2012”, Recuperado de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1581\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1581_2012.html)

[49] Ministerio de Desarrollo Económico. (1998). “CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO - NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050”. P. 62 y 63

## ANEXOS

### 1. ENTREVISTAS

#### **Entrevista 1:**

**Fabrizio Castrillon:** Buenos días.

**Sandra Rusinque:** Buenos días.

**Fabrizio Castrillon:** Primero que todo quiero agradecer por tu tiempo como te comentaba nosotros somos unos estudiantes de gerencia de proyectos, para el proyecto de grado estamos elaborando un modelo de investigación para desarrollar energías renovables fotovoltaicas para aquí el conjunto colina club, entonces uno de los puntos importantes para nosotros es conocer la opinión de ustedes los residentes y entender por qué ustedes no o aquí en el conjunto no se ha usado o por que no se ha contemplado el uso de este tipo de energías, entonces básicamente es eso, te quiero robar nada más 5 minutos de tu tiempo para esta entrevista, la idea es que este es un proyecto para dar aporte económico y ayudar con el medio ambiente desde aquí el conjunto. ¿Qué opinas?

**Sandra Rusinque:** Me parece bastante interesante, ahorita es importante migrar a otro tipo de energías entonces me parece interesante el proyecto.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno muchas gracias. Entonces me presento otra vez, yo soy Fabrizio Castrillon, soy residente del conjunto hace 5 años, me podrías por favor regalar una pequeña presentación.

**Sandra Rusinque:** Bueno mira mí nombre es Sandra Rusinque y resido en el conjunto hace más o menos 3 años y soy de la torre 3.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno ahora ya que nos presentamos vamos a iniciar con la encuesta, la primera pregunta es ¿sabes o has escuchado alguna vez sobre energías renovables?

**Sandra Rusinque:** Si, si he escuchado acerca de eso.

**Fabrizio Castrillon:** Ok ¿Sobre energías renovables que conoces?¿qué fuentes de energías renovables conoces?

**Sandra Rusinque:** Bueno he escuchado sobre la energía eólica y sobre la energía solar.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno te comento la energía solar es la energía fotovoltaica, este sería el término técnico. La segunda pregunta es ¿te llamaría la atención usar la fuente de energía fotovoltaica aquí en el conjunto en alguna de las zonas?

**Sandra Rusinque:** Si la verdad si, sería bastante interesante utilizarla.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno entonces si te llama la atención tú por cual crees que sea la razón por la cual no se ha utilizado, te voy a facilitar un poco la pregunta, te voy a dar tres posibles aspectos pero si se te ocurre otro está bien, ¿crees que es por un tema ambiental, un tema técnico o por algún tema económico?

**Sandra Rusinque:** Yo creería que sería por un tema técnico y por un tema económico, no sé qué tan altos sean los costos y tampoco sé que digamos que el conjunto por donde está ubicado tenga las condiciones para ser aplicado.

**Fabrizio Castrillon:** Perfecto, la siguiente pregunta es ¿crees que en el conjunto en las reuniones de las asambleas que has participado o con algún vecino has escuchado alguna vez si les ha interesado utilizar algún tipo de estas fuentes en el conjunto?

**Sandra Rusinque:** No, la verdad no he escuchado nada al respecto.

**Fabrizio Castrillon:** Ya para finalizar, ¿Si yo te diera una explicación técnica y económica sobre estas tecnologías que llegara a satisfacer estas necesidades, estarías dispuesta a invertir en una solución como estas?

**Sandra Rusinque:** Si, la verdad si pero pues ósea como te comente sería muy importante revisar si es aplicable y si es económicamente viable me parecería una idea magnifica para el conjunto.

**Fabrizio Castrillon:** Perfecto Sandra, bueno básicamente esa era la entrevista, te agradezco mucho por tu tiempo.

**Sandra Rusinque:** Perfecto Fabrizio, muchas gracias a ti, me alegra mucho que estén pensando en ese tipo de alternativas.

## **Entrevista 2:**

**Fabrizio Castrillon:** Hola Solanyi como estas.

**Solanyi Sanchez:** Hola como estas.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno lo primero es agradecerte por tu tiempo, como te comentaba somos un grupo de estudiantes de la universidad EAN, estamos desarrollando un proyecto de investigación que trata de desarrolla un modelo de energías renovables fotovoltaica para aquí el conjunto Colina Club, Entonces me presento, soy Fabrizio Castrillon soy ingeniero Mecánico, vivo en el conjunto hace 5 años, ahora me podrías hacer el favor de presentarte.

**Solanyi Sanchez:** Bueno también vivo aquí en el conjunto Colina Club, mi nombre es Solanyi Sanchez y yo estoy en la torre 1 apartamento 203.

**Fabrizio Castrillon:** Ok Solanyi muchas gracias, bueno entonces la idea es que te voy a robar nada más 5 minutos, son unas pequeñas preguntas, bueno entonces vamos a comenzar.

La primera pregunta es ¿Sabes o has escuchado alguna vez sobre energías renovables o fuentes de energía renovables?

**Solanyi Sanchez:** No.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno yo te comento un poquito, de los tipos de energías renovables hay varios sistemas, por ejemplo la energía eólica que básicamente aprovecha la energía producida por el viento, otra que es la que es la que queremos implementar aquí es la energía fotovoltaica en la cual aprovechamos la energía del sol y pues la transformamos en corriente, entonces ¿no sé si has escuchado sobre los paneles solares?

**Solanyi Sanchez:** Si, si he escuchado.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno básicamente es un poco de esto sobre lo que vamos a trabajar en este trabajo, bueno entonces con esta pequeña explicación ¿te causa interés que se instale este tipo de sistemas en el conjunto?

**Solanyi Sanchez:** Si claro.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno si te llama la atención ¿tu porque crees que en el conjunto no se ha contemplado o no se ha instalado un sistema de estos?

**Solanyi Sanchez:** De pronto no se ha visto la necesidad y tampoco la curiosidad de las personas o no hemos escuchado una propuesta que nos muestre muchas más ventajas frente al sistema tradicional.

**Fabrizio Castrillon:** OK, ¿desde cuál de estos puntos tú crees que es la razón por la cual la gente no es viable o no se ha tenido en cuenta? (Ambiental, técnico, económico u otros).

**Solanyi Sanchez:** Desde el punto económico pensaría que es la principal Razón.

**Fabrizio Castrillon:** Perfecto ahora Solanyi ya para terminar, ¿si yo te explicara desde un punto económico la viabilidad, te llamaría la atención adquirir un producto de estos para el conjunto? ¿Estarías dispuesta a invertir?

**Solanyi Sanchez:** Si claro, si contamos con el espacio, con la capacidad, los recursos y si todo es más viable, sí, si lo haría,

**Fabrizio Castrillon:** ¿Lo que más te interés es lo técnico, lo económico o lo ambiental?

**Solanyi Sanchez:** La parte económica para mi sigue siendo la principal razón y luego la parte ambiental, si estamos ayudando al cuidado del medio ambiente pues mucho mejor.

**Fabrizio Castrillon:** Excelente Solanyi, bueno listo es básicamente eso, no te quiero quitar más tiempo, ya con esto tengo los resultados que necesito y pues de nuevo agradecerte por tu tiempo.

**Solanyi Sanchez:** Ok bueno gracias a ti.

### **Entrevista 3:**

**Fabrizio Castrillon:** Buenas tardes a todos, bueno lo primero esa agradecerles por su tiempo, como les comentaba anteriormente nosotros somos estudiantes de la universidad EAN para la especialización de gerencia de proyectos y pues la idea de esta pequeña reunión es hacer una encuesta para un proyecto que estamos desarrollando que es diseñar un modelo para implementar energías fotovoltaicas aquí en el conjunto Colina Club, entonces pues la idea es que me regalen un poquito de su tiempo no nos demoramos más de 10 minutos y podamos hacer una encuesta que nos permitirá a nosotros entender por qué estas energías no se ha utilizado en el conjunto, bueno me presento soy Fabrizio Castrillon soy Ingeniero Mecánico, estamos desarrollando este proyecto con cuatro compañeros más, en este instante nos está acompañando Jorge Galvis él es Ingeniero

Eléctrico y él tiene una maestría en energías renovables y sostenibilidad energética, entonces pues Jorge lo dejo para que por favor se presente.

**Jorge Galvis:** Bueno buenas tardes, por la pequeña introducción que hizo Fabrizio muchas gracias, mi nombre es Jorge Galvis, soy Ingeniero Electrónico de la universidad Industrial de Santander con un master en energías renovables y sostenibilidad energética en la universidad de Barcelona, y junto con Fabrizio y tres compañeros más estamos analizando la viabilidad de aplicar este tipo de energías en su conjunto, entonces me gustaría conocer sus opiniones que nos lleven a identificar porque ese tipo de energías no se usan actualmente y cómo podríamos cambiar esa visión que tienen los residentes hacia ese tipo de energía, entonces muchas gracias por su participación y Fabrizio continuara con sus preguntas.

**Fabrizio Castrillon:** Vale Jorge muchas gracias, bueno lo primero es que quisiera por favor que cada uno se presente entonces me pueden regalar su nombre y el apartamento en donde viven.

**Manuel Mahecha:** Hola buenas tardes, yo soy Manuel Mahecha, vivo en la torre 3 apartamentos 603, vivo aquí hace unos 5 años.

**Paola Rodríguez:** Buenas tardes, mi nombre es Paola, yo vivo en el apartamento 802 torre uno hace aproximadamente 3 años.

**Gilberto Castrillón:** Soy Gilberto Castrillón, vivo en el apartamento 601 de la torre 1 hace 5 años.

**Gloria López:** Soy Gloria López vivo en el apartamento 601 torre 1.

**Viviana Quijano:** Buenas tardes mi nombre es Viviana Quijano.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno ahora si vamos a proceder con la encuesta, si quieren yo hago la pregunta y voy dando la palabra, bueno la primera pregunta es ¿conocen fuentes de energías renovables? Entonces le damos la palabra a Manuel.

**Manuel Mahecha:** Si, pues conozco los molinos de viento y también las fotoceldas que son como los paneles solares.

**Viviana Quijano:** Si conozco las energías renovables, las fotoceldas y también los molinos de viento y por el tema de temas minerales también.

**Paola Rodríguez:** Pues la verdad no soy experta en el tema considero que todo este tipo de equipos que utilizan energía solar y otro tipo de energías como puede ser el agua o el viento, la eólica.

**Gloria López:** No, yo relativamente no conozco nada de este sector, no tengo conocimiento.

**Gilberto Castrillón:** Yo conozco a nivel cultural, de verlo y saber dónde hay alguno ubicado no.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno en general si, digamos que la energía del sol es la que nosotros estamos contemplando para este proyecto, técnicamente su nombre es energía fotovoltaica, pero entonces si como ustedes dicen también otra fuente de energía es la eólica que es básicamente extraer la energía a base del viento, pero entonces para este proyecto nosotros nos vamos a concentrar un poquito en temas fotovoltaicos. Bueno la siguiente pregunta de la entrevista es ¿ya que ustedes conocen este tipo de energía renovable, les interesaría instalar este tipo de fuentes para el conjunto?

**Manuel Mahecha:** Vale pero ¿cuándo dice que para el conjunto se refiere a las zonas comunes o para el apartamento de uno?

**Fabrizio Castrillon:** La idea es para zonas comunes.

**Manuel Mahecha:** Si claro buenísimo.

**Paola Rodríguez:** Pues la verdad que me gustaría conocer un poquito más sobre las condiciones y las ventajas que tendría para el conjunto.

**Viviana Quijano:** Si me gustaría saber cómo sería la implantación de este tipo de energía en zonas comunes y cuales serían los beneficios y el valor agregado de implementarlo.

**Gilberto Castrillón:** Para mí es muy importante, y aquí se trató de hacer un estudio precisamente para eso, porque esa primera medida en el sistema ambiental es muy buena y a nivel de ahorro de energía es también supremamente buena porque en este edificio, en este conjunto donde nosotros vivimos pues tenemos nuestras zonas comunes, el parqueadero es grande y hay 6 ascensores, lo cual eso consume mucha energía pues de la normal de la energía eléctrica y una vez tratamos de mirar que colocáramos energía solar porque nosotros también tenemos zonas húmedas como jacuzzi, como sauna y piscina y como zona de squash lo cual eso también consume bastante energía a nosotros si nos interesaría mucho este proyecto y este sistema de energía.

**Gloria López:** Yo diría que una parte fundamental es saber cuál es la parte económica, si realmente el ahorro vale la pena y si es bueno en comparación de otro tipo de energía.

**Fabrizio Castrillon:** Perfecto, bueno eso conlleva a la siguiente pregunta, ¿Qué aspecto creen ustedes que no ha permitido implementar un sistema como este? Les voy a poner unas posibles opciones, es por un aspecto ambiental, un aspecto técnico, un aspecto económico o si se les ocurre algo diferente.

**Manuel Mahecha:** Yo creo que esto se debe un poco a divulgación, de pronto un tema técnico también para tener todo el detalle de la viabilidad que exista alrededor del proyecto y pues también eso ira relacionado con la viabilidad económica con la que la junta y pues todos los propietarios acordemos pues porque supongo que todo esto conllevará a una inversión de una cuota extraordinaria en su momento o meterlo dentro de los rubros de la administración, entonces creo que es un tema económico y también técnico en cuanto a los beneficios y en cuanto al alcance de la implementación de este tipo de energía.

**Viviana Quijano:** Pues yo creo que uno es un tema de desconocimiento, dos es un tema técnico, digamos que cuando yo digo desconocimiento es que de pronto no se ha hecho una socialización

clara de las ventajas y de los beneficios que este tipo de energías trae para el conjunto, segundo también hay temas estéticos de pronto hay personas que al conocer este tipo de energías creemos que son cosas muy feas o estructuras feas que van a dañar la imagen del conjunto entonces también creo que también hay un tema visual, un tema técnico y un tema económico que se debe tener en cuenta en la implementación en este tipo de productos.

**Paola Rodríguez:** Si yo creo que se trata de un tema técnico, hasta el momento no que yo tenga conocimiento no se ha hecho una propuesta de este tipo en el conjunto, me parece que sería algo novedoso y muy bueno, entonces sí, creería que por la primera consideración será eso, la divulgación.

**Gilberto Castrillón:** Si, lo primero hay que hacer una socialización del proyecto como tal, sé que esto tiene su costo beneficio, al principio puede ser costoso la implementación, la inversión va a ser un poco costosa pero el beneficio va a ser y se va a ver más adelante, ósea en el curso del tiempo se va a ver la economía del asunto, pero si más adelante se tendrá que hacer una socialización por que a nivel de experiencia hoy en día en los conjuntos residenciales hay gente que hay que venderle casi con plastilina los proyectos para que pueda entender y vea la necesidad de lo que se necesita y que utilidad pueda eso llegar eso a tener entonces eso va en parte de la socialización.

**Gloria López:** Bueno yo estoy de acuerdo con lo que dice el resto de las personas que se necesita divulgación y que ustedes mostraran algunas experiencias en otros conjuntos como les ha ido, que pasa por ejemplo con el clima, yo no sé por ejemplo por la noche si funciona bien eso, es que no entiendo muy bien ese tipo de energía.

**Fabrizio Castrillon:** Bueno ya para finalizar la última pregunta es ¿si con este proyectos logramos explicar cada uno de estos aspectos (técnico, ambiental, económicos etc., ustedes estarían

dispuestos a invertir en una cuota extraordinaria para la implementación de un proyecto como estos?

**Manuel Mahecha:** Si claro, pues como lo decía el señor Gilberto teniendo en cuenta el beneficio costo y haciendo el análisis de viabilidad mirando los pros que traería esta implementación, yo estaría dispuesto a invertir.

**Viviana Quijano:** Si, viendo la viabilidad y los beneficios que tienen en la implementación también lo haría.

**Paola Rodríguez:** Pues a mí la verdad primero me gustaría conocer el plan antes de decir si me apunto o no, tendría que conocerlo para ver si me convence.

**Gilberto Castrillón:** Si es un proyecto grande y muy bueno, para poder lograr a hacerlo efectivo hay que socializarlo muy bien y vender muy bien el proyecto, ósea en el momento en que se aprueba, son decisiones que se toman en las asambleas, es de la persona que va a llevar la información debe tener muy buen conocimiento y debe saber vender muy bien la idea para que la gente entre en conciencia y que se pueda hacer y se pueda poner la cuota extraordinaria, pero obviamente les digo a ustedes que son los que están haciendo el proyecto y que va a ser para conjuntos residenciales veo que es la idea, tienen que mirar esa parte, es venderlo muy bien y en la asamblea es donde llegasen ustedes a hacer esto tienen que venderse muy bien, que la idea tiene que estar muy bien centralizada, tanto ustedes venderlo al consejo de administración y el consejo de administración que es quien va a estar también en la asamblea con alguno de ustedes se pueda vender el tema, pero es importantísimo para mí y para nosotros.

**Gloria López:** Yo si estoy de acuerdo desde que vallamos a mejorar el costo, a bajar el costo si yo si haría el esfuerzo, porque es un beneficio a futuro.

**Fabrizio Castrillon:** Vale muchísimas gracias por su tiempo, con esto ya nosotros podemos recaudar la información necesaria para nuestro proyecto.

**Jorge Galvis:** Muchas gracias, por que logramos identificar que los residentes su mayor preocupación es la falta de información como el desconocimiento de los beneficios de esta tecnología, claro eso nos da un buen punto de partida para nosotros poder enfocar el esquema del proyecto, muchas gracias.

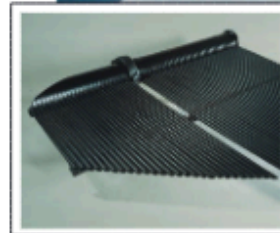
## 2. Colector HC-50

# TECHNICAL INFORMATION & SPECIFICATIONS

*The HELIOLCOL Solar Collector is the most advanced pool heating panel on the market today. In continuous production since 1977 by the world's largest solar pool collector manufacturer, HELIOLCOL has a proven track record of durability, performance and design excellence.*

### Heliocol's Unique Technical Features

- Patented Individual Tube Design allows for expansion and contraction, eliminating cracks and leaks
- One-piece "over molded" construction eliminates welds
- No moisture build-up under collectors
- Innovative mounting hardware eliminates need for radiator hoses, metal clamps and multiple straps across the collectors
- Designed to withstand Hurricane force winds
- Low collector head loss rate reduces pump requirements

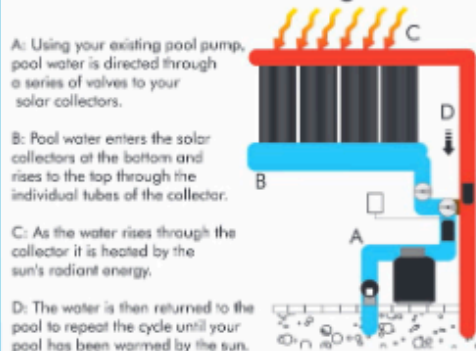


Heliocol was chosen to heat the swimming pool facilities for the Summer Olympic Games in 1996 Atlanta and 2004 Athens!

### Certification Data

- ISO 9002 and ISO 9001:2000
- Ortech International Laboratories
- Solar Rating & Certification Corporation (SRCC)
- Solar Energy Analysis Laboratory (SEAL)
- DSET Laboratories, Inc.
- HRS, Florida (Required for commercial use)
- Dade County, Florida
- Miami Testing Laboratory
- Florida Solar Energy Center (FSEC)
- City of Los Angeles #RR-4508
- British National Water Council (for potability)
- German Federal Health Board
- Israeli Technical Institute
- Standard Installation Corporation of Israel

### How Solar Pool Heating Works



**HELIOLCOL**  
SOLAR POOL HEATING. ENGINEERED FOR LIFE.

## What ISO Certification Means to You

Established in 1947, the International Organization for Standardization (ISO) is a worldwide federation of national standards bodies representing over 130 countries.

ISO9002 Certified is a standard granted only to companies performing at the highest levels in their industries. Heliocol is the first and only solar pool collector in the world to achieve ISO9002 Certified status, a result of more than two years of measuring Heliocol's customer service, product failure rate, and engineering processes.

Heliocol has additionally been awarded certification for ISO9001-2000, which goes beyond measuring product quality and the manufacturing process to the overall management, sales and marketing, and business operations of the company. ISO9001-2000 Certification is recognized as the highest achievable industry standard on earth today.

## Performance Ratings

Certifying Organization	BTUs Per Day			Performance Equations
	HC-50	HC-40	HC-30	
Int'l Standard ORTECH	47,400	39,400	28,440	$.872 - 3.729 (T_i - T_a) / I$ $K_p X = 1.00 - .0316(S) - .0104(S)^2$
National Standard SRCC	47,400	39,400	28,440	$.872 - 3.729 (T_i - T_a) / I$ $K_p X = 1.00 - .0316(S) - .0104(S)^2$
Florida Standard	956 BTU's/ft <sup>2</sup>	956 BTU's/ft <sup>2</sup>	956 BTU's/ft <sup>2</sup>	$.828 - 3.26 (T_i - T_a) / I$ $K_p X = 1.00 - .11(S)$

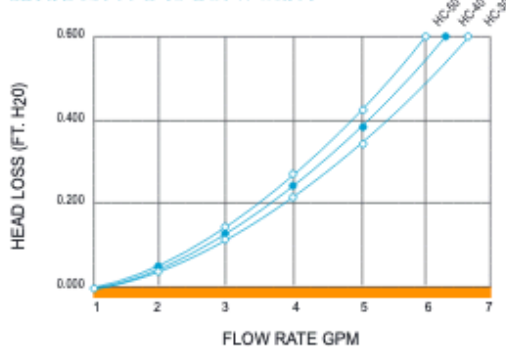
Performance Note:

Solar scientists agree that there are many variables to consider when properly sizing a system. Wind conditions, micro climates, flow rates, orientation and shading of the pool and/or collectors all affect the performance of your system. A BTU rating is just one of the many factors to consider.

## Collector Data

Collector Model	HC-50		HC-40		HC-30		HC-12.5	HC-10
Size, Nominal	4' x 12.5'		4' x 10.5'		4' x 8'		1' x 12.5'	1' x 10.5'
Width	47"	120 cm	47"	120 cm	47"	120 cm	11.75"	11.75"
Length	152.1"	380 cm	127"	323 cm	91"	231 cm	151.5"	127"
Area (sq. ft.)	50.0	4.65 m <sup>2</sup>	41.6	3.88 m <sup>2</sup>	30.0	2.77 m <sup>2</sup>	12.2	10.2
Manifold Diameter	2"	5.08 cm	2"	5.08 cm	2"	5.08 cm	2"	2"
Weight, Dry	22 lbs.	10 kg	19 lbs.	8.5 kg	15 lbs.	6.8 kg	5.5 lbs.	4.75 lbs.
Volume Capacity	3.7 gal.	14 L	3.1 gal.	12 L	2.4 gal.	9 L	.93 gal.	.78 gal.
Working Pressure	90 PSI		90 PSI		90 PSI		90 PSI	90 PSI
Burst Pressure	270 PSI		270 PSI		270 PSI		270 PSI	270 PSI
Recommended Flow	5 GPM		4 GPM		3 GPM		1.25 GPM	1 GPM

## Head Loss Per Flow Rate



## Heliocol HC-50

### Collector Rating Numbers

Thousands of BTU's per day per panel

Category $\Delta T$ (°F)	Solar Insolation			
	2,000 BTU/m <sup>2</sup>	1,500 BTU/m <sup>2</sup>	1,000 BTU/m <sup>2</sup>	
Water Temp.	A (-9)	98.74	78.07	57.49
	B (+9)	64.13	44.01	23.96
Minus	C (+36)	22.91	7.64	0
Air Temp.	D (+90)	0	0	0
	E (+144)	0	0	0



13620 49th Street North, Clearwater, FL 33762

(727) 572-6655, Fax (727) 572-7922

www.heliocol.com • Email: Heliocol@umasolar.com



### 3. Panel poly-Si - TSM-PC05 235W

Mono
Multi
Solutions

# TSM-PC05 TSM-PA05

## THE UNIVERSAL SOLUTION

15.0%

MAX EFFICIENCY

245W

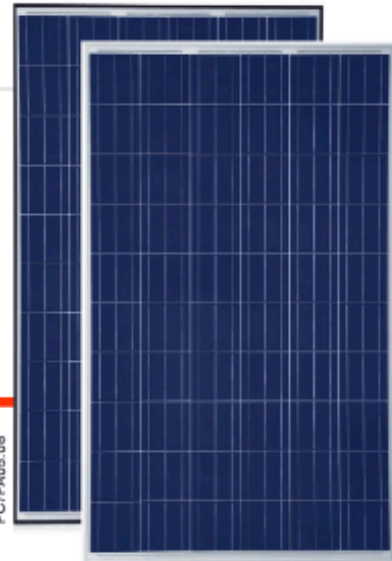
MAX POWER OUTPUT


10 YEAR


PRODUCT WARRANTY


25 YEAR


LINEAR POWER WARRANTY




- 

Module can bear snow loads up to 5400Pa and wind loads up to 2400Pa
- 


Guaranteed power output 0~+3%
- 

High performance under low light conditions  
Cloudy days, mornings and evenings
- 

Manufactured according to International Quality and Environment Management System Standards  
ISO9001, ISO14001
- 

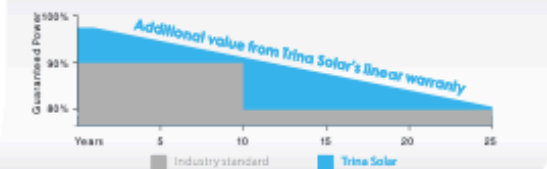
MC4 photovoltaic connectors increase system reliability

**Trina Solar Limited**  
www.trinasolar.com



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

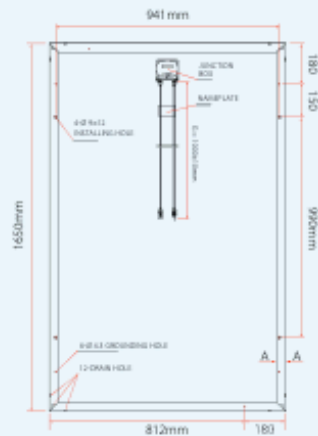
10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



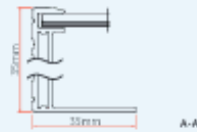
Years	Industry Standard (%)	Trina Solar (%)
0	100	100
5	100	~95
10	~90	~90
15	~80	~85
20	~70	~80
25	~60	~80

## TSM-PC05 / TSM-PA05 THE UNIVERSAL SOLUTION

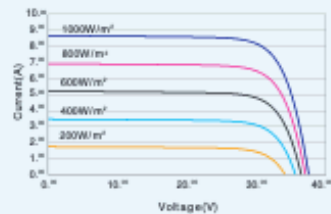
### DIMENSIONS OF PV MODULE TSM-PC/PA05



Back View



### I-V CURVES OF PV MODULE TSM-245 PC/PA05



Average efficiency reduction of 4.5% at 200W/m<sup>2</sup> according to EN 60904-1.

### CERTIFICATION



ELECTRICAL DATA @ STC	TSM-230 PC/ PA05	TSM-235 PC/ PA05	TSM-240 PC/ PA05	TSM-245 PC/ PA05
Peak Power Watts-P <sub>max</sub> (Wp)	230	235	240	245
Power Output Tolerance-P <sub>max</sub> (%)	0/+3	0/+3	0/+3	0/+3
Maximum Power Voltage-V <sub>mp</sub> (V)	29.2	29.3	29.7	30.2
Maximum Power Current-I <sub>mp</sub> (A)	7.90	8.03	8.10	8.13
Open Circuit Voltage-V <sub>oc</sub> (V)	37.1	37.2	37.3	37.5
Short Circuit Current-I <sub>sc</sub> (A)	8.53	8.55	8.62	8.68
Module Efficiency η <sub>m</sub> (%)	14.1	14.4	14.7	15.0

Values at Standard Test Conditions STC (Air Mass AM1.5, Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C). Power measurement tolerance: ±0%

ELECTRICAL DATA @ NOCT	TSM-230 PC/ PA05	TSM-235 PC/ PA05	TSM-240 PC/ PA05	TSM-245 PC/ PA05
Maximum Power-P <sub>max</sub> (Wp)	167	171	174	178
Maximum Power Voltage-V <sub>mp</sub> (V)	26.3	26.4	26.6	26.8
Maximum Power Current-I <sub>mp</sub> (A)	6.35	6.48	6.55	6.64
Open Circuit Voltage (V)-V <sub>oc</sub> (V)	33.9	34.0	34.1	34.2
Short Circuit Current (A)-I <sub>sc</sub> (A)	6.95	6.97	7.04	7.10

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 30°C, Wind Speed 1m/s. Power measurement tolerance: ±0%

### MECHANICAL DATA

Solar cells	Multicrystalline 156 x 156mm (6 inches)
Cell orientation	60 cells (6 x 10)
Module dimensions	1650 x 932 x 35mm (64.95 x 39.05 x 1.37 inches)
Weight	18.6kg (41.0 lb)
Glass	High transparency solar glass 3.2mm (0.13 inches)
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP 65 rated
Cables	Photovoltaic Technology cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.008 inches <sup>2</sup> ), 1000mm (39.4 inches)
Connector	Original MC4

### TEMPERATURE RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub>	-0.43%/°C
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	0.047%/°C

### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1050V DC(IEC)/ 800V DC(UL)
Max Series Fuse Rating	15A

### WARRANTY

10 year Product Workmanship Warranty

25 year Linear Power Warranty

Please refer to product warranty for details

### PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 29 pieces

Modules per 40' container: 812 pieces

TSM\_EN\_Nov\_2023