

**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA RENOVABLE EN VIVIENDA DE  
LA CIUDAD DE MEDELLÍN.**

**MARÍA CAROLINA VARGAS PELÁEZ**

**ASESOR**

**ANDRÉS MORENO**

**Ingeniero electricista**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**MEDELLÍN**

**2016**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 3 de mayo del 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora de este proyecto expresa sus agradecimientos a:

A todas la personas que estuvieron presentes en mi proceso de formación como profesional y me brindaron su apoyo incondicional.

Para el asesor de grado Andrés Moreno por guiarme paso a paso para que la realización de este proyecto fuera un éxito.

Y a todos aquello que de una u otra manera estuvieron presentes desde la aceptación hasta el desarrollo de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACIÓN .....	10
3. OBJETIVOS .....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
4. NORMATIVIDAD COLOMBIANA.....	12
5. TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES Y ACCESORIOS CONSIDERADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	14
5.1 ENERGÍA SOLAR.....	14
5.1.1 DESARROLLO DE LA ENERGIA SOLAR EN COLOMBIA .....	15
5.1.2 PANEL SOLAR.....	16
5.1.3 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS:.....	16
5.1.4 PANELES SOLARES TERMICOS .....	17
5.1.5 PANELES SOLARES TERMODINAMICOS: .....	17
5.1.6 ESQUEMA DE CONEXIÓN .....	18
5.1.7 HORAS SOL .....	18
5.1.8 VENTAJAS COMPARATIVAS DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	20
5.2 ENERGÍA EÓLICA .....	20
5.2.1 DESARROLLO DE ENERGÍA EÓLICA EN COLOMBIA .....	21
5.2.2 AEROGENERADOR DOMESTICO.....	21
5.2.3 AEROGENERADORES VERTICALES:.....	21
5.2.4 AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL:.....	22
5.2.5 ESQUEMA DE CONEXIÓN .....	23

5.2.6 VELOCIDAD DEL VIENTO.....	23
5.2.7 VENTAJAS COMPARATIVAS DE LA ENERGÍA EÓLICA.....	24
6. ELEMENTOS AUXILIARES.....	25
6.1 BATERÍA O ACUMULADOR.....	25
6.2 REGULADOR.....	26
6.3 INVERSOR ELÉCTRICO.....	28
7.1 IMPLEMENTACION CASO 1.....	31
7.2 IMPLEMENTACIÓN CASO 2.....	32
8. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ENERGÍA EÓLICO. 37	
8.1 IMPLEMENTACIÓN CASO 2.....	37
9. ANÁLISIS SISTEMAS CON CIRCUITOS INDEPENDIENTES.....	40
9.1 APLICACIÓN SOLAR.....	40
9.2 APLICACIÓN EÓLICA.....	41
10. SISTEMAS HÍBRIDOS.....	42
10.1 CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS HÍBRIDOS.....	42
10.1.1 ESQUEMA DE CONEXIÓN.....	43
10.1.2 DESCRIPCIÓN DEL FABRICANTE.....	44
11. RECOMENDACIONES.....	45
12. CONCLUSIONES.....	46
13. GLOSARIO.....	47

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Horas sol mensuales durante un año.....	19
Tabla 2 W. hora consumidos en una vivienda teniendo en cuenta el dato individual.....	31
Tabla3 Wh consumidos por persona.....	31
Tabla 4 Carga de una vivienda en Wh.....	33
Tabla 5 Datos geograficos.....	34
Tabla 6 Características kit solar.....	35
Tabla 7 Especificaciones técnicas modelo Enair 30.....	38
Tabla 8 Cuadro de carga circuito independiente.....	39
Tabla 9 Características sistemas híbridos.....	43

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 Esquema de conexión panel solar.....	18
Figura 2 Esquema de conexión aerogenerador.....	23
Figura 3 Esquema de conexión sistema hibrido.....	43

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A Ficha técnica panel solar fotovoltaico.....	51
Anexo B Ficha técnica aerogenerador Enair 30.....	53

## **RESUMEN**

Este proyecto pretende brindar alternativas de energías renovables para que sean implementados en viviendas urbanas y que se pueda tomar una decisión basados en sus ventajas y desventajas comparativas representando un ahorro, minimizando o eliminando el uso de energía eléctrica.

Con este proyecto también se podrá llegar a la conclusión de que tan viable es el desarrollo de estos sistemas en viviendas urbanas y su costo de implementación y que no solo se vea como una opción para viviendas rurales que no estén interconectadas a la red.

## INTRODUCCIÓN

Identificar los tipos de energías renovables aplicables en una vivienda en la ciudad de Medellín que funcionen con los recursos naturales disponibles y analizar sus diferentes aspectos como: precio de adquisición e instalación, vida útil, espacio requerido y esquema de conexión, basándose en una metodología, permite valorar un diseño e identificar sus ventajas y desventajas. Lo anterior con el fin de analizar su viabilidad en nuestro entorno y si se varían los datos de entrada, permite realizar lo mismo en cualquier ciudad del país.

Se evaluarán dos tipos de energías renovables, como lo son la energía solar y eólica para analizar si es posible suplir el 100% de la energía eléctrica requerida por una persona según el consumo promedio reportado por Empresas Públicas y para un caso en específico de una vivienda de 4 personas o en este último caso si es necesario seleccionar un circuito de la instalación existente.

Igualmente se busca concientizar a las personas de la importancia del cuidado de los recursos naturales, debido a los razonamientos de agua que se han presentado en el país, y la necesidad inminente de buscar formas alternativas de energía eléctrica que nos permita suplir la energía requerida del eléctrico convencional y aumentar la confiabilidad de esta.



## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la importancia del ahorro de energía en nuestro país en este momento con los fenómenos climáticos presentes y el constante aviso de racionamientos de energía por parte del gobierno, quien indica la crisis energética, vemos la importancia de encontrar métodos alternativos para la generación de energía eléctrica como lo son la implementación de sistemas de energía renovable e incentivar el sector residencial es una alternativa de buscar un modo de vida sostenible cuya implementación no afecte al medio ambiente.

Debemos tener en cuenta que si otros países aprovechan estas energías y obtiene resultados positivos y muchos beneficios, vale la pena intentar responder la siguiente pregunta ¿Cuánto podríamos aportar a nuestra economía residencial si aprovechamos estos recursos y cuanto impactaría positivamente nuestro medio ambiente?

En el 2014 en un estudio del estado de energías renovables, Colombia no se encuentra catalogada entre los 10 países líderes en energías sostenible y solamente destacan una nueva ley que se enfoca en incentivos fiscales, lo cual muestra la necesidad de fomentar la implementación de este tipo de energías en la economía de nuestro país, como ocurre con China que se destacó como pionero contribuyendo al desarrollo mundial en el tema. (REN12, 2015)

## 2. JUSTIFICACIÓN

Antes del siglo XX cuando toda la población se concentraba en las zonas rurales las viviendas eran totalmente sostenibles, ya que, si se necesitaba calefacción debían recoger leña viviendo más en contacto con la naturaleza y con menos comodidades. Actualmente con la masificación de la construcción de viviendas en las zonas urbanas, la industrialización y la abundancia de recursos fósiles hicieron que dejáramos esto de lado, por esto es importante practicar y retomar algunas de estas costumbres pero implementando nuevas tecnologías.

Con este proyecto se busca realizar el estudio de algunas energías renovables que permitan reemplazar el uso de energía eléctrica en algunos aspectos de una vivienda ubicada en la ciudad de Medellín, aumentar su confiabilidad y analizar sus ventajas y desventajas. Adicionalmente verificar cuál de estas energías es la más viable de acuerdo a su precio de instalación y vida útil, para saber si ambas pueden complementarias o con una sola es suficiente.

Hoy en día es muy sencillo encontrar elementos que nos permiten aprovechar los elementos de la naturaleza para convertirlos en energía eléctrica ya sea los paneles solares para aprovechar la energía solar o los molinos para aprovechar la energía del viento, Aunque son fáciles de encontrar en el mercado todavía se puede considerar que las inversiones iniciales de adquisición son muy elevados, ya que todavía no se considera como una prioridad y se realizan proyectos en pequeñas escalas y más por compromiso con el ambiente que por el apoyo del gobierno mediante políticas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Definir un procedimiento para la implementación de sistemas de energía renovable en una vivienda ubicada en Medellín Colombia como la eólica y la solar, analizar su viabilidad de acuerdo a su precio y vida útil, y caracterizar sus ventajas y desventajas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el tipo de energía renovable que se va a utilizar para la vivienda
- Diseñar los sistemas con los tipos de energía que se ejecutaran en la vivienda
- Evaluar el costo de ambos sistemas.
- Definir los esquemas de conexión

#### **4. NORMATIVIDAD COLOMBIANA**

Las leyes colombianas que rigen el uso, desarrollo e implementación de energías renovables son: ley 1715 de 2014 y ley 697 del 2001.

La ley 1715 de 2014 “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional” tiene como finalidad establecer el marco legal para el aprovechamiento de energías renovables y la promoción del aprovechamiento de las mismas, adicionalmente promueve el uso eficiente de energía, su desarrollo y utilización.

Los artículos 19 y 20 de la ley 1715 hablan del aprovechamiento del recurso solar y eólico a través del ministerio de minas y energía y el marco legal para el uso de instalaciones aisladas o interconectadas. (MME, 2014)

La ley 697 del 2001 “Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones”. Tiene como objetivo declarar el uso racional y eficiente de la energía (URE) como un asunto de interés nacional que pueda fundamentalmente asegurar el abastecimiento oportuno de energía y la promoción del uso de energías no convencionales y medios económicos para la fácil implementación.(MME, 2001)

Ambas normas aprobadas por el congreso colombiano, buscan que las energías renovables sean de fácil implementación en nuestro país, aunque aún no tienen reglamentado para el apoyo económico en su implementación.

Es importante conocer la normatividad que rige en nuestro país sobre la utilización de energías renovables ya que nos permite saber cómo ve el gobierno la implementación de estas energías, al

momento de instalarlas, que leyes nos rigen y debemos cumplir, que medios podemos utilizar para el financiamiento y permisos de ser necesarios.

## **5. TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES Y ACCESORIOS CONSIDERADOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.**

Para la realización de este proyecto se ha decidido estudiar la energía hidráulica, solar y eólica pero al momento de implementarlas se han decidido los dos tipos de energías más comunes y que no dependen de unas características climáticas muy complejas y debido a su sencilla instalación se pueden desarrollar en cualquier ambiente. Se desarrollaran la energía solar y la eólica, definiendo la cantidad de carga de la vivienda, los equipos que utilizan para convertir energía limpia en electricidad, la cantidad de elementos necesarios para generar los vatios requeridos, precio de compra, esquema de conexión, ventajas, desventajas de cada uno de estos.

### **5.1 ENERGÍA SOLAR**

La Energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema foto térmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico). La conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido. Para calentar el líquido se emplean unos dispositivos llamados colectores. La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica. Se utilizan para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio).

(INTEF, 2016, [http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/solar.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm))

### **5.1.1 DESARROLLO DE LA ENERGIA SOLAR EN COLOMBIA**

La primera aplicación de energía solar en Colombia data a mediados del siglo pasado, cuando en la ciudad de Santa Marta fueron instalados calentadores solares para los trabajadores de las bananeras, posteriormente hacia finales de los años setenta y estimulados por la crisis del petróleo de 1973 las instituciones universitarias de Bogotá y el valle instalaron calentadores domésticos y grandes calentadores para uso institucional como hospitales y cafeterías.

Algunos de estos sistemas fueron muy innovadores pero al final se decidió utilizar los sistemas convencionales de calentadores de agua que utilizan uno o varios colectores solares y su respectivo tanque de almacenamiento. A mediados de los años ochenta los calentadores solares tuvieron su máxima expresión con el uso en urbanizaciones de Medellín y Bogotá, incluso el palacio de Nariño contó con un gran calentador.

Si bien los calentadores solares a mediados de los ochenta y noventa significaban una inversión inicial medianamente alta instituciones como el antiguo Banco Central Hipotecario al realizar un análisis reconocido que era más económico invertir en calentadores solares que en el uso de energía eléctrica, pero fue posteriormente el uso de un energético más barato como el gas natural lo que desplazó del mercado a esta nascente industria.

La generación de electricidad con energía solar empleando paneles solares fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural en donde los altos costos que representan la transformación, el transporte y la generación de energía eléctrica hacen de los sistemas de energía renovable una excelente opción.

Estas actividades surgieron con el programa de telecomunicaciones rurales de telecom utilizando estos sistemas para las antenas a comienzos de los años ochenta.

En los programas de electrificación rural el sistema convencional para hogares aislados consta de un panel, una batería y un regulador de carga, estos pequeños sistemas suministran energía para iluminación, radio y tv cubriéndolas necesidades básicas de los campesinos. Durante los últimos años se han instalado muchos más sistemas con el programa de electrificación rural. (Humberto Rodríguez Murcia, 2009)

Pero porque solo limitar el uso de estos sistemas de energía renovable a lugares apartados o que no tengan acceso a la red de interconexión cuando se puede realizar un importante aporte implementando estos sistemas en zonas urbanas reflejando un verdadero ahorro de energía.

### **5.1.2 PANEL SOLAR**

Los paneles solares son dispositivos tecnológicos que pueden aprovechar la energía solar convirtiéndola en energía utilizable por los seres humanos para calentar el agua sanitaria o para producir electricidad. (CULTIVAR SALUD, 2016, <http://www.cultivarsalud.com/vida-y-hogar-eco/paneles-solares-que-son->)

**5.1.3 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS:** Los paneles solares fotovoltaicos fueron los primeros paneles solares que dejaron claro que era posible el autoabastecimiento de zonas mediante el aprovechamiento de la energía renovable proveniente del sol. Este tipo de paneles puede ser de cualquier tamaño, desde pocos centímetros hasta decenas de metros.

Su funcionamiento se base en la incidencia de los rayos del sol en el panel, por lo que es básica su correcta orientación. La luz del sol transmite energía a los electrones, permitiendo así que



estos se separen de protones y neutrones y “escapen” del panel en forma de electricidad. Si bien este tipo de paneles solares tuvo mucho éxito en su momento, hoy en día ya ha caído un poco en desuso debido a que son demasiado aparatosos, tienen un alto coste y no ofrecen un rendimiento tan bueno como otros tipos de paneles solares. (El blog verde, 2016, <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares/>)

**5.1.4 PANELES SOLARES TERMICOS:** Los paneles solares térmicos son quizá los más simples y sencillos de realizar. Su mecanismo es muy sencillo y, de forma resumida, consiste en que los rayos del sol inciden sobre el panel y calientan el agua que circula a través de tubos por el interior del panel. Después, esta agua caliente puede ser aprovechada con diversos fines.

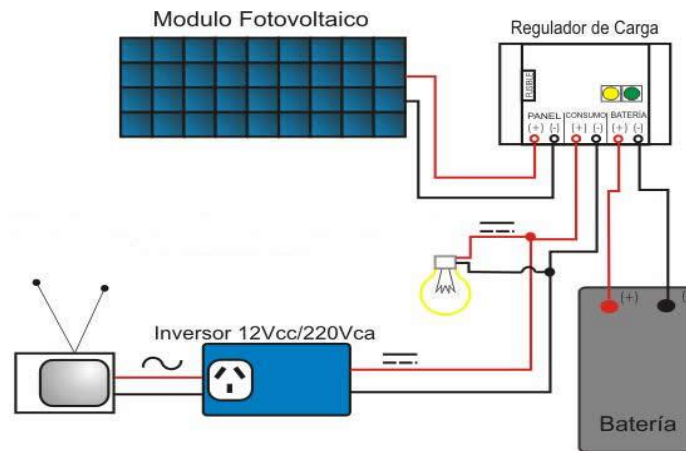
(El blog verde, 2016, <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares/>)

**5.1.5 PANELES SOLARES TERMODINAMICOS:** Son los paneles solares más utilizados en la actualidad. Entre sus beneficios está la posibilidad de aprovechar la energía de la radiación solar, pero también la capacidad de generar energía a pesar de la lluvia, o incluso recoger esta energía de la luz de la luna.

Además, este tipo de paneles ofrece otras ventajas respecto a los paneles fotovoltaicos y los térmicos, entre ellas su precio más económico, su menor tamaño, sus menores costes de instalación y de mantenimiento y su mayor eficiencia. (El blog verde, 2016, <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares/>)

### 5.1.6 ESQUEMA DE CONEXIÓN

En la Figura 1 se muestra la forma de conexión de un módulo fotovoltaico con los diferentes elementos que la componen para implementar un sistema de energía solar en viviendas.



*Figura 1. Esquema de Conexión Panel Solar. Copyright paneles solares (2013). Recuperado de. <http://www.lospaneessolares.net/instalacion-de-paneles-solares/>*

### 5.1.7 HORAS SOL

Para conocer las horas de sol útiles en un día en la región donde se encuentra ubicada la vivienda para este caso en la ciudad de Medellín Colombia nos basamos en la **Tabla 1: Horas Sol**

**mensuales durante un año** cuyos datos fueron tomados de la página web

[http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas\\_Radiacion\\_solar/3-Mapas\\_Brillo\\_Solar.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_solar/3-Mapas_Brillo_Solar.pdf) que contiene

los mapas de brillo asignados a Colombia por mes y un promedio anual de los cuales se

obtuvieron los datos de este proyecto. Los mapas de brillo ofrecen un promedio de horas en las

que en un mes se puede observar el sol en el cielo, En caso de requerir información sobre las

horas sol en otros lugares de Colombia donde se quiera implementar por favor remitirse

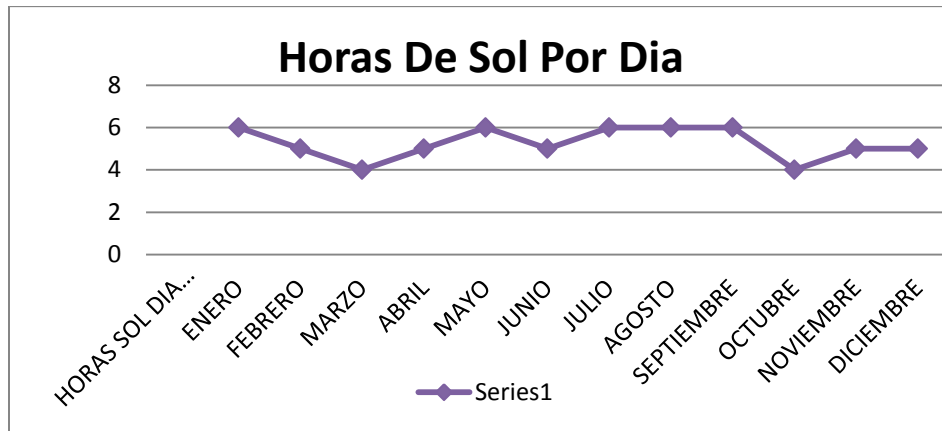
nuevamente a la página web mencionada anteriormente.

Tabla 1.

**Horas sol mensuales durante un año**

MES	HORAS SOL
ENERO	6
FEBRERO	5
MARZO	4
ABRIL	5
MAYO	6
JUNIO	5
JULIO	6
AGOSTO	6
SEPTIEMBRE	6
OCTUBRE	4
NOVIEMBRE	5
DICIEMBRE	5

Nota: datos tomados de los mapas solares (UPME, [http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas\\_Radiacion\\_solar/3-Mapas\\_Brillo\\_Solar.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_solar/3-Mapas_Brillo_Solar.pdf))



Grafica 1. Horas sol día datos tomados de los mapas de sol de Colombia

Para este caso se tomara el mes con el más bajo promedio de horas sol útiles al día para analizar el funcionamiento en condiciones más críticas. Observando la gráfica se puede evidenciar que los meses con los puntos más bajos de radiación solar son Marzo y Octubre con 4 horas por lo cual se utilizara este dato para realizar los cálculos.

### **5.1.8 VENTAJAS COMPARATIVAS DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

- Los sistemas de captación solar que se suelen utilizar son de fácil mantenimiento, lo que facilita su elección.
- La energía solar fotovoltaica no requiere ocupar ningún espacio adicional, pues puede instalarse en tejados y edificios.
- Pueden ser utilizados en sistemas aislados de la red eléctrica.
- Al estar hablando de la energía solar podemos afirmar que es una fuente inagotable. Es decir, se trata de una energía renovable que proviene de una fuente inagotable que es el sol, por lo que no hay que preocuparse porque se vaya acabando, al menos no en muchos millones de años. (ERENOVABLE,2016, <http://erenovable.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/>)

### **5.2 ENERGÍA EÓLICA**

La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La energía del viento puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino. (ENDESA, 2016, <http://twenergy.com/energia/energia-eolica>)

### **5.2.1 DESARROLLO DE ENERGÍA EÓLICA EN COLOMBIA**

Sin duda el desarrollo de energía eólica en Colombia más importante a gran escala es el parque Jepirachi en la guajira. Aunque represento una gran inversión inicial ya que no se contaba con el personal idóneo para su implementación y desarrollo ahora en estos momentos ha permitido capacitar a personal en nuestro país y aunque la instalación a gran escala de aerogeneradores se está desarrollando aún no se tiene mucho avance en su aplicación a nivel residencial.

### **5.2.2 AEROGENERADOR DOMESTICO**

Para convertir la energía eólica que utiliza el viento en energía eléctrica se utilizan aerogeneradores domésticos.

Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento, proporciona energía mecánica a un rotor hélice que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

(MERKASOL, 2016, <http://www.merkasol.com/Aerogeneradores>)

**5.2.3 AEROGENERADORES VERTICALES:** los aerogeneradores verticales o de eje vertical no necesitan mecanismo de orientación y lo que sería el generador eléctrico se puede encontrar situado en el suelo.

Su producción energética es menor y tiene algunos pequeños hándicaps como que necesita ser motorizado para que se le pueda poner en marcha.

Existen tres tipos de aerogeneradores verticales como son Savonius, Giromil y Darrieus.

Savonius:

Este se caracteriza por estar formado por dos semicírculos desplazados horizontalmente a una determinada distancia, a través de la cual se desliza el aire, por lo que desarrolla poca potencia.

Giromil:

Destaca por tener un conjunto de palas verticales unidas con dos barras en el eje vertical y ofrece un rango de suministro energético de 10 a 20 KW.

Darrieus:

Formado por dos o tres palas biconvexas unidas al eje vertical por la parte inferior y superior, permite aprovechar el viento dentro de una banda ancha de velocidades. El inconveniente que posee es que no se encienden por si solos y necesitan un rotor Savonius.

(Renovables verde, 2016, <http://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>)

**5.2.4 AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL:** Los de eje horizontal son los más utilizados y son los que podemos encontrar en esos grandes parques eólicos donde se puede llegar a usar este tipo de aerogeneradores por encima de 1 MW de potencia.

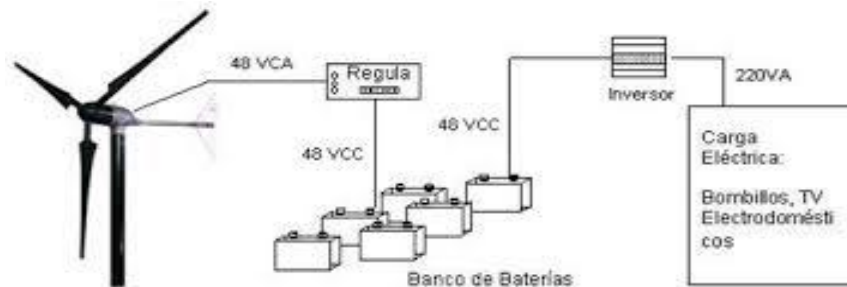
Básicamente es una máquina rotacional en el que el movimiento se produce por la energía cinética del viento cuando este actúa sobre un rotor que normalmente dispone de tres palas. El movimiento rotacional producido es transmitido y multiplicado mediante un multiplicador de velocidad hasta un generador que es el que se encarga de producir la energía eléctrica.

Todos estos componentes se sitúan sobre una góndola que se coloca en la parte superior de una torre de apoyo. Son los convencionales que se pueden encontrar en ciertas regiones de nuestro país dibujando un horizonte y paisaje distinto pero que ofrece energía limpia y barata.

(Renovables verde, 2016, <http://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>)

## 5.2.5 ESQUEMA DE CONEXIÓN

Este esquema nos muestra la forma de conexión de un aerogenerador domestico con los diferentes elementos que componen el sistema para la implementación de energía eólica en viviendas Ver figura 2.



**Figura 2: Esquema de Conexión Aerogenerador. Monografias.com (2016). Recuperado de. <http://www.monografias.com/trabajos94/sistema-fotovoltaico-y-aerogenerador/sistema-fotovoltaico-y-aerogenerador.shtml>**

## 5.2.6 VELOCIDAD DEL VIENTO

Para conocer la cantidad de viento que se genera en el lugar donde se quiere instalar el aerogenerador en este caso en la ciudad de Medellín- Colombia remitirse a la página web <http://www.upme.gov.co/Docs/MapaViento/CAPITULO1.pdf> que contiene los mapas de viento asignados a Colombia por mes y un promedio anual de los cuales se tomaron los datos para este proyecto.

Los mapas de viento ofrecen un promedio de la velocidad del viento en superficie en m/s que se refiere a la velocidad que alcanza esta variable a 10 metros de altura que es la norma internacional establecida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como estándar para la medición y seguimiento del viento. (UPME, 2016)

Se tomara el promedio anual de viento proporcionado por el mapa para la ciudad que está entre 1.0 y 1.5 m/s, se utilizara este dato para reemplazar en las formulas.

### **5.2.7 VENTAJAS COMPARATIVAS DE LA ENERGÍA EÓLICA.**

- No requieren fuertes vientos para comenzar a aprovechar su energía. El desarrollo de esta tecnología ha conseguido que se pueda comenzar a generar electricidad con velocidades de arranque de 1 m/s.
- No son necesarias grandes extensiones de terreno. Los aerogeneradores domésticos se pueden ubicar en pequeños emplazamientos.
- Pueden ser utilizados en sistemas aislados de la red eléctrica.
- Su menor tamaño hace que su impacto ambiental sea, también, muy reducido. (ENDESA, 2016)



## 6. ELEMENTOS AUXILIARES

Estos elementos auxiliares son requeridos para la instalación de los sistemas eólicos y solares

### 6.1 BATERÍA O ACUMULADOR

El término batería tiene diversos usos y significados muy diferentes entre sí. La batería eléctrica, por ejemplo, es un artefacto que acumula energía a través de procesos electroquímicos. Este tipo de baterías, también conocidas como acumuladores, trabajan como generadores secundarios de electricidad ya que su funcionamiento depende de una Carga eléctrica previa. (DEFINICIÓN, 2016, <http://definicion.de/bateria/>)

Los tipos de baterías para paneles solares más utilizados en el mercado son:

**AGM selladas libre de mantenimiento:** Sin duda este tipo de baterías es de las que cuentan con más ventajas: no necesitan mantenimiento y están construidas con material de fibra de vidrio absorbido. También se protegen contra salidas de ácido y catalizan hasta el 95% del hidrógeno y el oxígeno gasificado otra vez en agua, características por las tienen una vida más larga. Su funcionalidad es su mayor desventaja, pues son baterías con precios elevados debido a su gran calidad.

**De gel selladas o libre mantenimiento:** Este tipo de baterías no requieren mantenimiento y cuentan con una protección contra la salida de ácido. Su desventaja principal es que no soportan una corriente mayor de lo que se especifica.

**De plomo ácido selladas o libres de mantenimiento:** Que no requiera el mínimo mantenimiento es la principal ventaja de las baterías de este tipo; sin embargo, esta característica

provoca su desventaja pues al no necesitar mantenimiento acorta su vida funcional frente a las baterías que sí necesitan mantenimiento.

**De plomo ácido abiertas o de mínimo mantenimiento:** La ventaja de este tipo de baterías radica en que pueden ser rellenadas con agua destilada. Como desventaja, se encuentra que requerirá de citas de servicio para un mínimo mantenimiento.

(Calefacción Solar, 2016, <http://calefaccion-solar.com/como-elegir-baterias-para-paneles-solares.html>)

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de baterías se escoge la mejor para acoplarla al panel solar, en otro caso se verifica con el proveedor que tipo de batería incluye el kit solar con las especificaciones necesarias.

Las baterías utilizadas para los sistemas eólicos aislados a la red son:

Las baterías de ciclo profundo, como las usadas en los carros de golf, tienen la capacidad de descargarse y recargarse cientos de veces hasta en un 80% de su capacidad, lo cual las hace una buena opción para sistemas de energía renovable remotos. Las baterías automotrices no son de ciclo-profundo por lo que debe evitarse su uso en sistemas de energía renovable, debido al desgaste que sufren en el uso en ciclos profundos de carga y descarga que acortan su vida útil.

(Repowering, 2016,

[http://www.repoweringsolutions.com/productos/aerogeneradores\\_domesticos/](http://www.repoweringsolutions.com/productos/aerogeneradores_domesticos/))

## **6.2 REGULADOR**

Un regulador de tensión es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante. Los reguladores electrónicos de tensión se encuentran en dispositivos como las fuentes de alimentación de los computadores, donde estabilizan las tensiones de Corriente Continua usadas por el procesador y otros elementos. En los alternadores de los automóviles y en

las plantas generadoras, los reguladores de tensión controlan la salida de la planta. En un sistema de distribución de energía eléctrica, los reguladores de tensión pueden instalarse en una subestación o junto con las líneas de distribución de forma que todos los consumidores reciban una tensión constante independientemente de qué tanta potencia exista en la línea. (WIKIPEDIA, 2016, [https://es.wikipedia.org/wiki/Regulador\\_de\\_tensi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Regulador_de_tensi%C3%B3n))

Los regulares utilizados para la instalación de paneles solares son:

**Regulador de carga PWM:** Un regulador de carga de carga PWM es un regulador de carga de carga sencillo que actúa como un interruptor entre los módulos fotovoltaicos y la batería.

Conectados a un regulador de carga PWM, los módulos fotovoltaicos están forzados a trabajar a la tensión de la batería. Las ventajas de este tipo de regulador de carga de carga son la sencillez, reducido peso y el precio. La desventaja principal es la pérdida de rendimiento con respecto a regulador de carga de carga es MPPT, es decir un regulador de carga PWM va a extraer menos energía de un campo fotovoltaico que un regulador de carga MPPT, por lo cual se necesitan más módulos fotovoltaicos para sacar la misma producción.

**Regulador de carga MPPT:** Un regulador de carga MPPT lleva incorporado un seguidor del punto de máxima potencia (**M**áximum **P**ower **P**oint **T**racking = MPPT) y un convertidor CC-CC (transformador de corriente continua de más alta tensión a corriente continua de más baja tensión - para la carga de la batería). El MPPT se encarga de trabajar en la entrada de los módulos fotovoltaicos a la tensión que más conviene.

Ventajas de un regulador de carga MPPT frente a uno PWM (El almacén solar, 2016, <http://www.elalmacensolar.es/es/blog/post/-iquiest-que-tipo-de-regulador-de-carga-solar-elegir>)

- Saca más rendimiento de los módulos fotovoltaicos

- Permite emplear módulos fotovoltaicos que no se pueden emplear con regulador de carga es PWM (por cuestiones de incompatibilidad de la tensión del panel con la de la batería)
- Permite trabajar a mayor tensión en el campo fotovoltaico disminuyendo caídas de tensión respectivamente permitiendo emplear cables de menor sección.

### **6.3 INVERSOR ELÉCTRICO**

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Los inversores se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para computadoras, hasta aplicaciones industriales para controlar alta potencia. Los inversores también se utilizan para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc., en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.

(WIKIPEDIA, 2016, [https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor\\_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_(electr%C3%B3nica)))

Los inversores utilizados para la instalación de paneles solares son tres tipos (Energía Solar, 2016, <http://infoenergiasolar.com/inversor-de-paneles-solares>)

- Inversores de paneles solares para sistemas aislados.
- Inversores sincrónicos de los paneles solares.
- Inversores multifuncionales de los paneles solares.

## 7. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR.

La ecuación (1) hace referencia a la potencia pico del panel solar que debe ser proporcional a la carga del sistema, Los datos necesarios para obtener esta potencia son carga máxima diaria del circuito y las horas sol día.

$$PP1 = \frac{\text{Carga Maxima Diaria Wh}}{\text{Horas Sol Dia}} \quad (1)$$

Suponiendo que las pérdidas totales del sistema introducidas por los componentes que lo integran (paneles, Reguladores de carga, baterías, cales de conexión, aparatos eléctricos), sean aproximadamente del 30% entonces es necesario aumenta la potencia pico del panel solar.

$$PP = PP1 + 0,3PP1 \quad (2)$$

Con la ecuación (3) se halla el aporte de energía de cada panel donde:

P: es la potencia nominal del panel que equivale a 50 W

L: es la latitud de la ubicación de la vivienda.

$$E1 = \left(5 - \frac{L}{15}\right) * \left(1 + \frac{L}{100}\right) * P \quad (3)$$

Si la nubosidad es muy escasa se aumenta un 25 % y si por el contrario la nubosidad es muy abundante debería disminuirse el valor de E1 en un 25 %, (ESTUDIO DE SISTEMAS HIBRIDOS, 2016, <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/163/1/CD-0184.pdf>)

Para este caso por la ubicación de nuestra vivienda y tomando en cuenta poder obtener la mayor cantidad de eficiencia posible se disminuirá el porcentaje correspondiente y se utilizará la

**Ecuación (4).**

$$E = E1 \pm 0,25E1 \quad (4)$$

Para el cálculo del número de paneles solares que se necesita para cumplir la demanda del de la vivienda conociendo E (el aporte de energía del panel) y el consumo diario de energía se aplica la **Ecuación (5).**

$$N^{\circ}DP = \frac{\text{Consumo diario} + 10\%}{E} \quad (5)$$

$$\text{corriente } (I) = \frac{PP}{VN} \quad (6)$$

Adicionalmente se calcula la corriente del sistema y para esto se necesitan los siguientes datos:

Potencia pico del sistema que equivale a 1.779,5

Voltaje nominal del proyecto que equivale a 24 V

Y la se debe aplicar la **Ecuación (6)**

$$\text{corriente } (I) = \frac{PP}{VN} \quad (6)$$

Teniendo la corriente típica de carga del módulo que es 2,9 Amp se desarrollan las **Ecuaciones (7, 8,9).**

$$\text{Modulos en paralelo} = \frac{\text{corriente } (I)}{\text{corriente típica de carga del modulo}} \quad (7)$$

$$\text{Modulos en serie} = \frac{\text{total modulos en paralelo}}{\text{voltaje nominal del panel}} \quad (8)$$

$Total\ modulos = total\ modulos\ en\ paralelo * total\ modulos\ en\ serie \quad (9)$

Estas fórmulas fueron obtenidas de la página web:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/163/1/CD-0184.pdf>

## 7.1 IMPLEMENTACION CASO 1

Como carga para el desarrollo del caso 1 se tomara como dato los kWh mes por personas designadas por empresas públicas de Medellín y se convertirán a Wh día para implementar la metodología correspondiente.

Tabla 1.

**Wh consumido en una vivienda teniendo en cuenta el dato individual.**

Wh CONSUMIDO POR PERSONA				
Número de personas	kWh mes	Wh Mes	Wh Día	Cantidad de W consumidos
4	38	38000	1267	5067

Nota: kWh dato tomado de la página de empresas públicas de Medellín

([http://www.epm.com.co/site/clientes\\_usuarios/Clientesyusuarios/Empresas/Energ%C3%ADa/Grandesempresas/Tipsparaelusointeligente.aspx](http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Empresas/Energ%C3%ADa/Grandesempresas/Tipsparaelusointeligente.aspx))

Tabla 1.

**Wh consumido por persona.**

Wh CONSUMIDO POR PERSONA				
Número de personas	kWh mes	Wh Mes	Wh Día	Wh
1	38	38000	1267	53

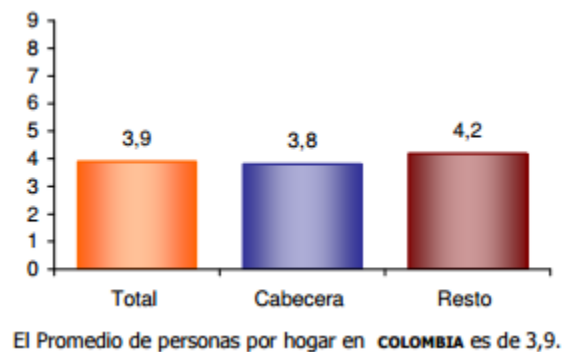
Nota: kWh dato tomado de la página de empresas públicas de Medellín

([http://www.epm.com.co/site/clientes\\_usuarios/Clientesyusuarios/Empresas/Energ%C3%ADa/Grandesempresas/Tipsparaelusointeligente.aspx](http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Empresas/Energ%C3%ADa/Grandesempresas/Tipsparaelusointeligente.aspx))

Después de obtener este dato se implementa la metodología para el sistema solar y eólico.

## 7.2 IMPLEMENTACIÓN CASO 2

Buscando realizar el análisis de los sistemas de energías renovables en ambientes reales para el Desarrollo del caso 2 se tomó como referencia una vivienda ubicada en la ciudad de Medellín Colombia integrada por cuatro personas que según el boletín del censo general de 2005 realizado por el DANE (departamento administrativo nacional de estadísticas) es el número más común de habitantes en las viviendas colombianas como se puede observar en la gráfica número 2.



**Grafica 2. Número promedio de personas que habitan los hogares colombianos según estudio realizados en 2005 por el DANE**

Para desarrollar la metodología del sistema solar se debe tener en cuenta el cuadro de carga especificado en la **Tabla 4**, las medidas de la vivienda y su ubicación geográfica datos encontrados en la **Tabla 5**.



Tabla 1.

**Carga de una vivienda en Wh.**

CUADRO DE CARGA				
EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	USO DIARIO (HORAS)	ENERGÍA (Wh)
ILUMINACIÓN	8	15	4	540
TELEVISORES	2	100	7	480
LICUADORA	1	450	1	450
NEVERA	1	130	6	780
COMPUTADORA	1	40	7	280
LAVADORA	1	330	1	330
TOTAL				2860

Nota: la potencia en W fueron tomados de la página <http://www.electrocalculator.com/>

Para obtener el resultado de la tabla 3 se debe realizar el siguiente procedimiento en la vivienda:

1. Diferenciar cada uno de los elementos que consumen potencia en la vivienda
2. Tener en cuenta la cantidad de elementos que hay de cada elemento consumidor.
3. Investigar la cantidad de vatios que consume cada elemento que por los general se encuentran en las placas de los aparatos electrónicos o consultando las tablas de consumo en internet en la página web: <http://www.electrocalculator.com/>
4. Identificar la cantidad de horas al día que esté conectado y en funcionamiento cada elemento.
5. Luego se multiplica los vatios consumidos por cada elemento, por su cantidad correspondiente, y luego por las horas días y así obtenemos la cantidad de consumo al diario.

El sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia que se utiliza para referenciar la posición de los puntos de la superficie de la tierra, utilizando sus coordenadas angulares (norte o sur) y la longitud (este u oeste) Estas coordenadas se suelen expresar en grados sexagesimales.

(EDUCAPLUS, 2016, <http://www.educaplus.org/play-280-Latitud-y-longitud.html>)

Para este caso se tomara la latitud de la ciudad de Medellín – Colombia donde está ubicada la vivienda los datos geográficos son:

Tabla 1.

**Datos geográficos**

**DATOS GEOGRAFICOS**

Latitud	6° 13´ 1 Norte
Longitud	75° 33´ 48 Oeste
Altitud	1.579 m
Latitud	6° 13´ = 6.22°

Nota: Estos datos fueron tomados de la página web: <http://es.db-city.com/Colombia--anti%C3%B3quia--Medell%C3%ADn>.

Ya teniendo todos los datos necesario se desarrolla la metodología del numeral 7 siguiendo cada ecuación con sus variables correspondientes para el sistema solar.

$$PP\ 1 = \frac{2.860}{4} = 715\ W$$

$$PP = 715 + 30(214,5) = 715 + 214,5 = 929,5$$

$$E = \left(5 - \frac{6,22}{15}\right) * \left(1 + \frac{6,22}{100}\right) * 50W = 4,585 * 1,0622 * 50 = 243,509$$

$$E = 243,509 - 60,87 = 182,639\ Wh$$

$$N^{\circ}\ de\ paneles = \frac{2.860 + 286}{182,639} = 17,22$$

$$N^{\circ}\ de\ paneles = 18\ PANELES$$

$$Corriente\ (I) = \frac{929,5W}{24V} = 38,72A$$

$$Modulos\ en\ paralelo = \frac{38,72A}{2,9A} = 13,35\ Aproximadamente\ 14\ paneles$$

$$\text{Modulos en serie} = \frac{14}{12} = 1,16 = 2$$

$$\text{Total modulos} = 14 * 2 = 28 \text{ paneles}$$

Para suplir la necesidad energética se utilizaran paneles solares fotovoltaicos con las siguientes características:

Tabla 1.  
**Características kit Solar.**

MODELO	Lite
POTENCIA NOMINAL	3800 W
PANELES	760 W
VOLTAJE	24 V

Nota: datos de modelo de kit solar tomado de la pagina <http://www.teknosolar.com/kit-solar-fotovoltaico-3800wh-dia-lite.html>

Con este modelo de kit solar y sus especificaciones mostradas en la **Tabla 6** se necesitaría 1 unidad para cumplir con la demanda completa del sistema con un valor por unidad de 2.199 euros que equivale a 7.639.087,19 pesos colombianos, aunque el precio puede variar por costos de envío e instalación.

**Proveedor:** Tecknosolar.com tu tienda de la energía página web: <http://www.teknosolar.com/kit-solar-fotovoltaico-3800wh-dia-lite.html>

Como este sistema es un kit por el precio anterior se puede obtener todos los elementos lo que lo hace una buena opción para la instalación en la vivienda aunque por la cantidad de paneles necesarios y las medidas de la vivienda puede no ser una buena opción.

Al momento de realizar las conversiones de moneda de todos los sistemas se tuvieron en cuenta estos indicadores económicos del día 30 de marzo del 2016

Dólar T.R.M. \$ 3.052,33

COLCAP:1.305,4100 Compra: \$ 2,970.00 UVR: \$ 234.6650 Venta: \$ 3,010.00 DTF: 6,36%

Petróleo: US\$ 39,46 Euro: \$ 3,417.00 Café (Libra) US\$ 1,51 (COLOMBIA,2016,

[http://www.colombia.com/cambio\\_moneda/](http://www.colombia.com/cambio_moneda/))

## **8. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ENERGÍA EÓLICO.**

Para implementar el sistema de energía eólica se necesitan dos datos principales primero la carga de la vivienda que se encuentra en la Tabla 4 y el promedio anual de la velocidad del viento para la ciudad de Medellín que se obtuvo de los mapas de viento de Colombia la cual está entre 1.0 y 1.5 m/s datos nombrados anteriormente en este trabajo

Con el uso de la ecuación 9 se convierte la cantidad de vatios que consume la vivienda en un día a la cantidad de vatios que puede consumir en un año y luego se convierte en kW.

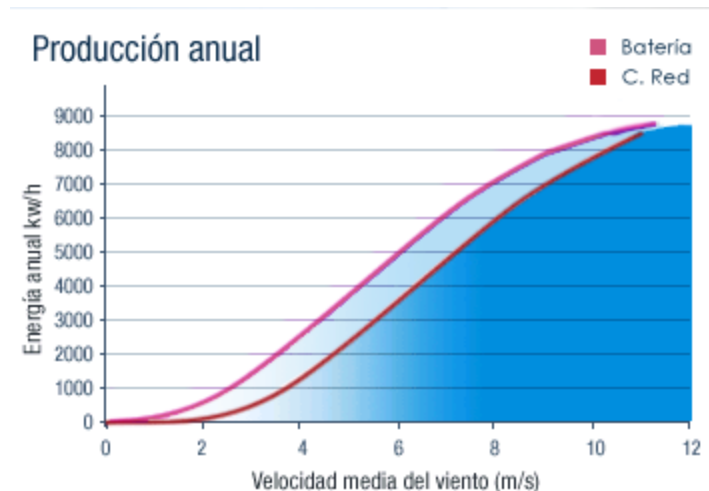
$$\text{vatios de la vivienda} * 30 * 12 \quad (10)$$

Donde 30 es el número de días del mes y 12 el número de meses en año

Teniendo en cuenta los datos anteriores se deben revisar las gráficas de potencia de cada modelo de aerogenerador con sus especificaciones técnicas y determinar cuanta potencia puede entregar.

### **8.1 IMPLEMENTACIÓN CASO 2**

Para la interpretación de la gráfica 3 y descubrir la potencia que puede entregar el aerogenerador se desarrollara la metodología anterior y tomaremos como modelo un Enair 30,



Grafica 3 producción anual de potencia de un aerogenerador modelo enair 30 datos tomado de la página [http://www.enair.es/aerogenerador/modelo\\_30](http://www.enair.es/aerogenerador/modelo_30).

Luego tomaremos las especificaciones técnicas del aerogenerador:

Tabla 7

**Especificaciones técnicas modelo Enair 30**

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxi
Generador	250 RPM   24 polos   imanes de neodimio
Potencia	3000 W
Potencia nominal curva	1500 W
Voltaje	24, 48, 220
Peso	130 Kg
Aplicaciones	Conexiones Aisladas a Baterías, Conexión a la red eléctrica
Viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	9 m/s (Baterías) - 12 m/s (C.Red)
Velocidad regulación	14 m/s
Supervivencia	60 m/s
Orientación	Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrifugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico por conmutación de fases
Vida útil	más de 25 años
Torre	12, 15 y 18 m, abatible, atirantada o de celosía

Nota: especificaciones técnicas de un aerogenerador enair 30 tomadas de la página web [http://www.enair.es/aerogenerador/modelo\\_30](http://www.enair.es/aerogenerador/modelo_30).

Desarrollando la ecuación 9:

$$2.860Wh * 30 \text{ dias mes} * 12 \text{ meses del año}$$

$$= 1.029.600 \text{ convertidos a kilovatios hora año } 1.029,6 \text{ kwh año}$$

Con la información obtenida se puede interpretar que este aerogenerador puede producir casi 1000 kW al año y sus especificaciones técnicas lo convierten en una buena opción para la instalación del sistema de energía renovable.

## 9. ANÁLISIS SISTEMAS CON CIRCUITOS INDEPENDIENTES

Para el caso número 2 tomaremos el circuito de iluminación:

Tabla 1.

**Cuadro de carga circuito independiente.**

CUADRO DE CARGA				
EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	USO DIARIO (HORAS)	ENERGÍA (Wh)
ILUMINACIÓN	8	15	4	480

Nota: la potencia en W fueron tomados de la página <http://www.electrocalculator.com/>

### 9.1 APLICACIÓN SOLAR.

$$PP1 = \frac{480}{4} = 120 W$$

$$PP = 120 + 30\%(36) = 120 + 36 = 156$$

$$E = \left(5 - \frac{6,22}{15}\right) * \left(1 + \frac{6,22}{100}\right) * 50W = 4,585 * 1,0622 * 50 = 243,509$$

$$E = 243,509 - 60,87 = 182,639 Wh$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{480 + 48}{182,639} = 2,89 \text{ PANELES}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 3 \text{ PANELES}$$

$$\text{corriente } (I) = \frac{156W}{24V} = 6,5A$$



## 9.2 APLICACIÓN EÓLICA

Para este sistema utilizaremos un aerogenerador de referencia Bornay de 600W cuyo valor es 2.640,5 euros por unidad lo que equivale en pesos colombianos a un total de 9.171.073,30 aproximadamente sin tener en cuenta costo de envío y de instalación.

La opción de elegir algunos circuitos para la implementación de estos sistemas de energía renovable en lugar de toda la carga de la vivienda puede llegar a ser la más viable ya que en zonas urbanas el espacio puede llegar a ser limitado y el precio de muchos elementos puede llegar a ser demasiado alto.

## **10. SISTEMAS HÍBRIDOS**

Sistemas híbridos para la generación de energía pueden ser definidos como la asociación de dos o más fuentes de energía con el objetivo básico de generar energía eléctrica, para una determinada carga aislada de la red o integrada al sistema.

Los sistemas híbridos son normalmente compuestos por fuentes renovables cuyos recursos son prácticamente inagotables y de ser necesario se complementan con grupos de generación con motores a combustión constituyéndose en una concreta opción, compatible a nivel medio ambiental y social.

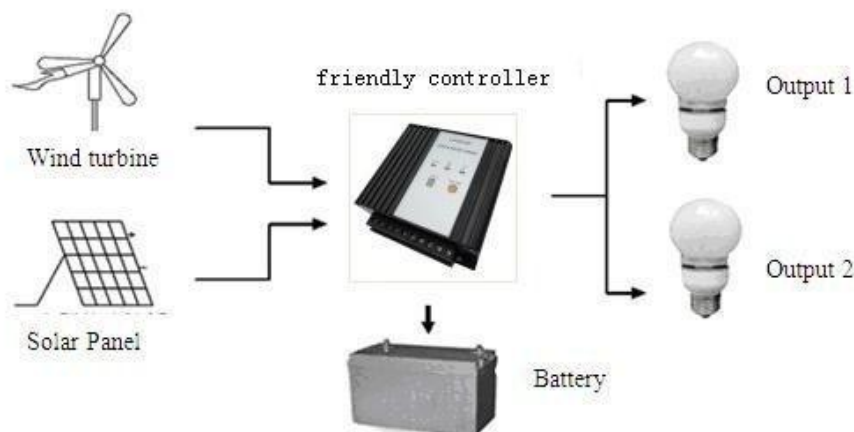
Actualmente se proyectan sistemas híbridos en los que las fuentes renovables y el almacenamiento proporcionan hasta un 80-90% de la necesidad energética.

### **10.1 CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS HÍBRIDOS**

La configuración típica de un sistema híbrido es la siguiente:

- Una o más unidades de generación de fuentes renovables: eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica
- Una o más unidades de generación convencional
- Sistema de almacenaje de tipo mecánico, electroquímico o hidráulico
- Sistemas de condicionamiento de la potencia: inversor, rectificadores, reguladores de carga
- Sistema de regulación y control (ESTUDIO DE SISTEMAS HIBRIDOS,2016, <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/163/1/CD-0184.pdf>)

### 10.1.1 ESQUEMA DE CONEXIÓN



**Figura 3: Esquema de Conexión sistema híbrido solar-eólico. Alibaba.com (1999). Recuperado de.**

<https://www.google.com.co/search?q=esquema+de+conexion+hibrido+solar+eolico&hl=es-419&biw=1366&bih=667&site=webhp&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj9grC5kfbLAhXpsiMKHa13AKwQsAQIGQ#imgsrc=xGzQwJ9fOQmz-M%3A>

Para este caso se obtuvo la información de un sistema híbrido que se puede comprar en el mercado y que con un solo sistema es capaz de suplir las necesidades energéticas de nuestra vivienda.

Tabla 1.

#### **Características sistema híbrido**

Código	TK-KH3000
Fabricante	Teknosolar
URL Fabricante	No
Rango de Potencia (W)	3000-4000w
Rango de Acumulación (Ah)	500-1000Ah
Voltaje	12v

Nota: Especificaciones técnicas de un sistema híbrido tomado de Teknosolar página web: <http://www.teknosolar.com/kit-hibrido-solar-eolico-3000w.html>

**Proveedor:** Teknosolar página web: <http://www.teknosolar.com/kit-hibrido-solar-eolico-3000w.html>

### **10.1.2 DESCRIPCIÓN DEL FABRICANTE**

En este Kit Híbrido diseñado por Teknosolar se complementa la energía solar fotovoltaica con la energía eólica. Introducimos un generador eólico que puede homogeneizar la producción eléctrica aprovechando el viento disponible. Así se podrá estar generando electricidad en momentos donde la instalación fotovoltaica no alcanza y la energía eólica es mayor, en periodos de mal tiempo, por la noche, etc. (TEKNOSOLAR, 2016, <http://www.teknosolar.com/kit-solar-fotovoltaico-3800wh-dia-lite.html>)

Este kit tiene un valor de 3.450 euros que equivale a 11.984.925,34 pesos colombianos aunque el precio puede variar por cuestiones de envío e instalación.

## 11. RECOMENDACIONES

- Al momento de que se quiera implementar estos sistemas se debe realizar revisión de los precios ya que las divisas pueden afectar el precio de compra.
- Tener en cuenta que el plano eléctrico y el cuadro de carga de la vivienda ya que al momento de aplicarlo va a cambiar.
- Revisar los mapas de viento y los mapas de radiación solar para verificar las horas sol y la velocidad del viento.
- Revisar la cantidad de carga que se va a reemplazar por circuitos con energías renovables.
- Tener en cuenta las ventajas y desventajas comparativas de los sistemas que se quieren aplicar.

## 12. CONCLUSIONES

- Existe un déficit de uso de energías renovable en nuestro país a pequeña escala en zonas urbanas, por lo cual se requiere facilidades de financiamiento y beneficios para incentivar su aplicación.
- La selección de la aplicación del tipo de energía renovable en la zona urbana, se debe basar en aspectos tan importantes como su precio de instalación y área disponible.
- Es posible pensar en aplicar sistemas de energías renovables en zonas urbanas y no solo en zonas rurales que no estén interconectadas a la red.
- Se requieren mejoras en las políticas para la implementación de energías renovables ya que no incluye financiación, ni beneficios o normatividad para negociar la energía con el operador de la red.
- Según sea la ubicación de la vivienda, se debe analizar si se tiene datos de vientos confiables que garanticen la implementación de un sistema con energía eólica, porque es difícil estimar las horas de viento para garantizar una producción de energía constante y se puedan confrontar con las especificaciones dadas por el fabricante del aerogenerador.

### 13. GLOSARIO

**POTENCIA PICO:** Es la potencia de salida, en Vatios, que produce un panel fotovoltaico en condiciones de máxima iluminación solar, con una radiación de aproximadamente 1 kW/m<sup>2</sup> (la que se produce en un día soleado al mediodía solar).

**ENERGÍA ELÉCTRICA:** La energía eléctrica es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre). El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible.

**POTENCIA NOMINAL:** Es la Capacidad de generación o que soportan los instrumento electrónico o eléctrico cuando se le solicita su trabajo, son Precisos y es actos, o sea constante. Cuando el aparato es quien lo produce se llama Potencia Nominal, en cambio cuando el aparato es quien lo recibe se llama soporte Nominal

**VATIO:** Vatio es una unidad de medida que forma parte del Sistema Internacional. El término, sinónimo del vocablo inglés watt, se emplea en las mediciones de potencia y resulta equivalente a un julio por segundo.

**CARGA ELÉCTRICA:** La carga eléctrica es una propiedad de la materia que permite cuantificar la pérdida o ganancia de electrones. La carga eléctrica  $q$  puede clasificarse como carga eléctrica positiva (protones) y carga eléctrica negativa (electrones). Los fenómenos

eléctricos se atribuyen a la separación de las cargas eléctricas del átomo y su movimiento, Por esta razón el concepto de carga eléctrica es la base para definir los fenómenos eléctricos.

**CIRCUITO ELÉCTRICO:** Un circuito eléctrico es un arreglo que permite el flujo completo de corriente eléctrica bajo la influencia de un voltaje. Un circuito eléctrico típicamente está compuesto por conductores y cables conectados a ciertos elementos de circuito como aparatos (que aprovechan el flujo) y resistencias (que lo regulan).



## BIBLIOGRAFÍA

LEY 1715, Mayo del 2014, Bogotá Colombia, citado el 10 de abril del 2016 Disponibilidad en [http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)

LEY 697, Octubre del 2001, Bogotá Colombia, citado el 10 de abril del 2016 Disponibilidad en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4449>

Recio Joaquín, (2016), INTEF. Energía solar. Recuperado de: [http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/solar.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm) (URL)

Universidad de valencia, (2016), CULTIVAR SALUD. Que son paneles solares. Recuperado de: [http://www.cultivarsalud.com/vida-y-hogar-eco/paneles-solares-que-son-\(URL\)](http://www.cultivarsalud.com/vida-y-hogar-eco/paneles-solares-que-son-(URL))

MERKASOL, (2016), Aerogeneradores. Recuperado de: <http://www.merkasol.com/Aerogeneradores>

ESTUDIO DE SISTEMAS HIBRIDOS, 2016, p 1-111 recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/163/1/CD-0184.pdf>

[http://www.enair.es/aerogenerador/modelo\\_30](http://www.enair.es/aerogenerador/modelo_30)

Colombia.com, Cambio de moneda, (2016), recuperado de: [http://www.colombia.com/cambio\\_moneda/\(URL\)](http://www.colombia.com/cambio_moneda/(URL))

Educaplus org, EDUCAPLUS, 2016, geografía latitud y longitud recuperado de: <http://www.educaplus.org/play-280-Latitud-y-longitud.html> (URL)

(Energía Solar, 2016, <http://infoenergiasolar.com/inversor-de-paneles-solares>)

WIKIPEDIA, 2016, [https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor\\_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_(electr%C3%B3nica))

Artículos sobre componentes instalación solar, El almacén solar, 23 de septiembre del 2014, recuperado de: <http://www.elalmacensolar.es/es/blog/post/-iquest-que-tipo-de-regulador-de-carga-solar-elegir>

WIKIPEDIA, 2016, Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Regulador\\_de\\_tensi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Regulador_de_tensi%C3%B3n)

Repowering solutions, 2016, Recuperado de:

[http://www.repoweringsolutions.com/productos/aerogeneradores\\_domesticos/](http://www.repoweringsolutions.com/productos/aerogeneradores_domesticos/)

(Calefacción solar y energías renovables, como elegir baterías para paneles solares, 2014,  
Recuperado de: <http://calefaccion-solar.com/como-elegir-baterias-para-paneles-solares.html>

(URL)

DEFINICIÓN, definición de batería 2016, recuperado de: <http://definicion.de/bateria/> (URL)

El blog verde, 2016, <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares/> (URL)

RENOVABLE, 28 de diciembre del 2015, Energía solar ventajas y desventajas, Recuperado de:  
<http://erenovable.com/energia-solar-ventajas-y-desventajas/> (URL)

Atlas de viento y energía eólica en Colombia, UPM, 2016, p. 1-16 recuperado de:  
<http://www.upme.gov.co/Docs/MapaViento/CAPITULO1.pdf>

Mapas de brillo solar, upme, 2016, p 1-17 Recuperado de:  
[http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas\\_Radiacion\\_solar/3-Mapas\\_Brillo\\_Solar.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Atlas_Radiacion_solar/3-Mapas_Brillo_Solar.pdf)

ENDESA, 2016, <http://twenergy.com/energia/energia-eolica>

Renovables verde, 2016, Recuperado de: <http://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/> (URL)

Rodríguez Murcia Humberto, 30 de diciembre de 2008, Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas, Revista de Ingeniería de la Universidad de los Andes, Número 28, 83 – 89.

**ANEXO A**

**FICHA TECNICA PANEL SOLAR  
FOTOVOLTAICO**

La producción del kit varía en función de la provincia de instalación y la ocupación de la vivienda, **no olvides consultar la producción del kit para tu provincia en el mapa de producción.**

### Componentes

- 4 x Placas Solares de 190Wp
- 1 x Inversor Cargador Huber Power 1624 con Regulador de Carga
- 4 x Baterías Monoblock 250Ah
- 4 x Parejas terminales batería
- 1 x Esquema de montaje
- Puentes y cable Inversor incluidos

<b>Código</b>	TK-KS3800LITE
<b>Fabricante</b>	No
<b>URL Fabricante</b>	No
<b>Rango de Potencia (W)</b>	2500-3000w
<b>Barcode</b>	No
<b>Rango de Acumulación (Ah)</b>	No
<b>Voltaje</b>	24v
<b>Date added</b>	No

Nota: especificaciones técnicas panel solar fotovoltaico datos tomados de: <http://www.teknosolar.com/kit-solar-fotovoltaico-3800wh-dia-lite.html>

**ANEXO B**

**FICHA TECNICA**

**AEROGENERADOR ENAIR 30**

---

**Mínimo Ruido**

El ruido esta entorno a un 1% por encima del ruido ambiente, siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.

---

**Máxima eficiencia**

Funciona con una simple brisa de 2 m/s y continúa funcionando a más de 40 m/s sin perder eficiencia de productividad.

---

**Anticorrosivo**

Tratado con cataforesis, se convierte en un conjunto, anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas.

---

**Hermético**

Sellado herméticamente en todas sus juntas, para evitar filtraciones de humedades y micro partículas que arrastra el aire. Evita deterioros en zonas de costas o desiertos donde hay mucha arena.

---

**Robusto**

Para poder soportar, fuertes vientos y ofrecer una larga vida de operación todas las piezas del equipo, están sobredimensionadas.

---

**Nota: ficha técnica aerogenerador ENAIR 30 datos tomados de:**  
[http://www.enair.es/aerogenerador/modelo\\_30](http://www.enair.es/aerogenerador/modelo_30)

