



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO
BASADO EN ENERGÍAS ALTERNAS PARA LOS
DIFERENTES TIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS
HASTA CINCO TONELADAS (5 TON)**

Autores:

Ontiveros, Rubén
Muñoz, Omar

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO BASADO EN ENERGÍAS
ALTERNAS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE AIRES
ACONDICIONADOS HASTA CINCO TONELADAS (5 TON)**

Proyecto del Trabajo de Grado presentado para optar al título de

INGENIERO MECÁNICO

Autores:

Ontiveros Rubén

C.I 27.108.871

Muñoz, Omar

C.I. 27.146.947

Tutora:

Ing. Alicia de Pizzella

C.I: 4.598.880

San Diego, diciembre 2021



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la
evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Propuesta de un Sistema Eléctrico Basado en
Energías Alternas para los Diferentes Tipos
de Aires Acondicionados Hasta Cinco Toneladas
(5 TON)

Realizado por el (la) Br. Ómar Muñoz


C.I. N° 27.146.947 cursante de la carrera de Iny. Mecánica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera
que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:


APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Jalisco Pizarro
C.I. 4598880


Jurado
Nombre: Wiston Espinoza
C.I.: 9885895


Jurado
Nombre: Gilberto Jirguez
C.I.: 26.116.379

Fecha 25 01 2022




UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Propuesta de un sistema eléctrico basado en Energías Alternas para los diferentes tipos de Aires Acondicionados Hasta Cinco Toneladas (5 TON)

Realizado por el (la) Br. Ruben Ontiveros


C.I. N° 27.108.871 cursante de la carrera de Ing. Mecánica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

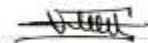
APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Alicia Pizalle
C.I.: 4798880


Jurado
Nombre: Wislon Espinoza
C.I.: 9885895


Jurado
Nombre: Gilberto Virguez
C.I.: 26.116.379

Fecha: 25/01/2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI-N-009-2021-1CR-TG

Valencia, 15 de noviembre de 2021

Ciudadanos:
Ontiveros Velazco, Ruben Alejandro
C.I. 27.108.871
Muñoz Georges, Omar Yussef
C.I. 27.146.947
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería

Propuesta de un sistema eléctrico basado en energías alternas para los diferentes tipos de aires acondicionados hasta cinco toneladas (5 ton)

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que los asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Alicia Teresa Yáñez de Pizzella, titular de la cédula de identidad V-4.598.880



Atentamente

Francisco Gelanzé Sevilla
Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



REPLÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo de Grado elaborado por los ciudadanos Ontiveros Rubén, titular de la cédula de identidad N° 27.108.871 y Muñoz Omar, titular de la cédula de identidad N° 27.14.947 titulado **PROPUESTA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO BASADO EN ENERGÍAS ALTERNAS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE AIRES ACONDICIONADOS HASTA CINCO TONELADAS (5 TON)**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO MECÁNICO** considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe .

En San Diego, a los 15 días del mes de diciembre del año dos mil veintiuno.

Ing Alicia de Pizzella
C.I.: 4.598.880

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme por el camino correcto, porque nunca me ha abandonado, gracias por haberme dado una excelente familia, por permitirme conocer excelentes profesores y amigos en esta etapa.

Queridos padres: gracias por su trabajo, sacrificio y confianza... ya que sin ello hoy no estaría por terminar esta importante etapa de mi vida que culmina con esta tesis. Su apoyo incondicional ha sido el pilar fundamental para cumplir todas mis metas.

Gracias a mi hermana Kathy y a Paola Monasterios por su cariño, apoyo y ayuda en todo momento, esta meta es tanto mía como de ustedes.

A mis amigos y colegas Jean Villamizar, José Rivas y Omar Muñoz les debo un sincero agradecimiento por estar ahí desde el primer momento de la carrera, brindarme su amistad y apoyo durante de ella.

Y, por último, pero no menos importante a mi padrino Francisco por ser la persona que me impulsó a iniciar esta etapa y a su vez me abrió las puertas de su hogar dándome todo el apoyo.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Naysla y Angelo por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mis amigos y colegas Jean Villamizar y Rubén Ontiveros estoy agradecido de haberlos conocido, el apoyo y amistad que me brindaron no tiene precio

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores de la escuela de Ingeniería mecánica de la universidad José Antonio Páez.

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado especialmente a mis padres, quiénes ha sido el motor que me ha impulsado para lograr las metas planteadas, su ejemplo de constancia, perseverancia y lucha incesante me ha guiado a lo largo del camino y me ha enseñado que “debemos caernos para levantarnos”. No hubiese sido posible sin su apoyo, comprensión y enseñanzas.

A mi hermana por su apoyo incondicional durante todo este proceso y por estar conmigo en todo momento.

A mi padrino, sin el nada de esto hubiese sido posible.

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mis padres Naysla y Angelo, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE CUADRO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN INFORMATIVO	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance.....	7
1.6 Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.2.1 Energías Alternativas.....	12
2.2.1.1 Importancia de las energías alternativas, limpias.....	13
2.2.1.2 Ventajas de las energías alternativas, limpias.....	13
2.2.1.3 Desventajas de las energías alternativas, limpias.....	14
2.2.1.4 Clasificación de las energías alternativas.....	14
2.2.2 Energía Solar.....	14
2.2.3 Clasificación de los sistemas o instalaciones solares fotovoltaicas (ISF).....	16
2.2.4 Aires acondicionados.....	19
2.2.4.1 Tipos de aires acondicionados.....	19

2.2.4.2	Cálculo del aire acondicionado (A/A) por área.....	25
2.2.5	Elementos de sistemas fotovoltaicos.....	28
2.3	Bases legales.....	32
2.4	Definición de términos Básicos.....	34

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo de la Investigación.....	37
3.2	Diseño de Investigación.....	38
3.3	Nivel de la Investigación.....	38
3.4	Población y Muestra.....	39
3.5	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	42
3.7	Fases de la investigación.....	42

IV RESULTADOS

4.1	Describir las características eléctricas de los diferentes tipos de aires acondicionado (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton).....	44
4.2	Realizar un análisis de los diferentes tipos de energías alternas.....	44
4.2.1	Tipos de fuentes de energías alternas, renovables, limpias o verdes.....	46
4.3	Determinar cuál de las energías alternas existentes, es la más idónea para usarse como medio alterno en el sistema eléctrico para diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton).....	52
4.3.1	Propuestas de alternativa para el tipo de energía alterna a usar en los A/A.....	54
4.3.1.1	Esquema de las alternativas.....	54
4.3.1.2	Lista de criterios y restricciones.....	56
4.3.1.3	Aplicación de restricciones vs posibles soluciones.....	56
4.3.2	Elementos de una ISF.....	58
4.3.3	Obtención de la radiación solar.....	65
4.3.4	Radiación incidente sobre el plano inclinado (determinación del ángulo de inclinación de los paneles solares).....	66
4.3.5	Estudio de carga para los diferentes tipos de aire acondicionado.....	69
4.3.6	Diseño del sistema solar fotovoltaico.....	70
4.3.6.1	Selección del panel solar.....	70
4.3.6.2	Número de paneles solares.....	72
4.3.6.3	Área requerida para la instalación.....	73
4.3.6.4	Inversor.....	73
4.3.6.5	Baterías u acumuladores de voltaje.....	76
4.4	Realizar la factibilidad, técnica, económica y social de la propuesta.....	81

CONCLUSIONES.....	84
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	85
-----------------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
--	-----------

ANEXOS

A INVERSORES.....	91
B BATERIAS.....	93
C PRESUPUESTO.....	94

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO

1	Cuadro comparativo de las energías alternas.....	51
2	Criterios para la selección de energías alternas.....	52
3	Propuestas tipos de energía.....	54
4	Lista de criterios y restricciones.....	56
5	Evaluación de restricciones vs. Posibles Soluciones.....	56
6	Parámetros de puntuación.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA

		Pág.
1	Fuentes de energía renovable y no renovable.....	12
2	Métodos indirectos de obtención de electricidad (central térmica solar)	15
3	Métodos directos de obtención de electricidad (conectado a la red)..	16
4	Métodos directos de obtención de electricidad (sistemas autónomos)	16
5	Instalación fotovoltaica espacial.....	17
6	Huertos solares o centrales fotovoltaicas.....	18
7	Edificio con fachada fabricada con paneles solares.....	19
8	Aire acondicionado de ventana.....	21
9	Aire acondicionado central.....	22
10	Aire acondicionado central.....	23
11	Aire acondicionado portátil.....	24
12	Aire acondicionado Split.....	25
13	Panel solar.....	29
14	Conexión en serie y paralelo de células solares.....	30
15	Curva característica de un panel solar.....	31
16	Interpretación de los datos/curva característica.....	31
17	Fases de la investigación.....	42
18	Fuentes de energía.....	45
19	Energía eólica.....	48
20	Energía solar.....	50
21	Fuentes de energía renovables.....	51

22	Esquema Energía eólica.....	55
23	Esquema energía Solar F.V.....	55
24	Esquema energía biomasa.....	55
25	Componentes y/o elementos de un ISF.....	58
26	Estructura de una célula solar.....	59
27	Tipo de paneles solares y sus diferencias.....	59
28	Conexión del regulador.....	61
29	Tipos de baterías u acumuladores.....	61
30	Baterías de Plomo-Acido.....	62
31	Instalación solar autónoma con inversor.....	63
32	Instalación solar conectada a la red.....	63
33	Instalación solar con inversor-regulador.....	64
34	Interpretación de las características del inversor.....	65
35	Ángulo de inclinación de los paneles solares.....	67
36	Panel solar BSM500-96.....	72
37	Inversor RP-MS 6000 Watts.....	74
38	Inversor Growatt 12.000 Watts.....	74
39	Banco de baterías.....	76
40	Instalación solar fotovoltaica para A/A.....	80
41	Sistema solar fotovoltaico, con inversor híbrido.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		Pág.
1	Tamaño de la unidad del acondicionador de aire * área	26
2	Características eléctricas de los A/A.....	44
3	Características de los tipos de energía.....	46
4	Ponderación de criterios.....	57
5	Ponderación de criterios de acuerdo a criterios de selección...	57
6	Evaluación de soluciones	57
7	Coefficiente de temperatura.....	60
8	Característica de los paneles solares.....	60
9	Radiación solar promedio.....	66
10	Radiación promedio mensual que incide en una superficie inclinada (I).....	68
11	Radiación solar (I) para un ángulo de 15°.....	69
12	Potencia de los A/A.....	69
13	kWh * tipo de A/A.....	70
14	Características del panel solar.....	71
15	Nº de paneles para cada tipo de A/A.....	72
16	Área requerida mínima para la instalación fotovoltaica	73
17	Características de los inversores	75
18	Características de las baterías.....	76
19	Nº de baterías para cada tipo de A/A	78
20	Presupuesto.....	83



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO BASADO EN ENERGÍAS
ALTERNAS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE AIRES
ACONDICIONADOS HASTA CINCO TONELADAS (5 TON)**

Autores: Ontiveros Rubén y Muñoz Omar

Tutora: Ing. Alicia de Pizzella

Fecha: Diciembre, 2021

RESUMEN INFORMATIVO

La presente investigación consiste en una propuesta de un sistema eléctrico basado en energías alternas para los diferentes tipos de aires acondicionados hasta cinco toneladas (5 Ton); iniciativa que surgió con el objetivo de aportar los conocimientos adquiridos durante la carrera, siguiendo la línea de investigación de eficiencia energética, contribuyendo a la promoción de energías limpias, verdes, renovables. Motivado al cumplimiento de las leyes en materia del uso racional y eficiente de la energía eléctrica y conservación del medio ambiente. Todo esto enmarcado bajo el nivel de investigación descriptiva, de tipo documental. Para el desarrollo de la misma: se utilizaron las características eléctricas de los diferentes tipos de aire acondicionado (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton), se realizó un análisis de los diferentes tipos de energías alternas, para con ello seleccionar la energía solar fotovoltaica como la más idónea para el sistema eléctrico de los aires acondicionados, ya que es la más viable, debido que en el país hay personal técnico capacitado para su instalación y mantenimiento, adicional a esto los componentes y equipos se consiguen en el mercado regional y nacional o en su defecto son de fácil importación. El presente trabajo de investigación está enmarcado en la línea de investigación: GESTION AMBIENTAL HABITAD Y VIVIENDA

Palabras claves: Energías alternas, aires acondicionados.

INTRODUCCIÓN

Con el pasar del tiempo, los seres humanos dependen cada vez más de los recursos energéticos. El hombre moderno, no concibe la vida sin sistemas de refrigeración (aires acondicionados), calefacción, transporte, iluminación, entre otros. Donde la energía eléctrica es una de las energías más versátiles y es la que mejor se adapta a cada necesidad. Su utilización es tal, que difícilmente una sociedad tecnológicamente avanzada no la use. Ya que la mayoría de los equipos, aparatos, herramientas, medios de transporte, comunicación, entre otros, funcionan con energía eléctrica, ya sea en la forma de corriente continua o de pequeña tensión o de corriente alterna, a tensiones mayores.

La dependencia energética, específicamente de combustibles fósiles, recursos no renovables. Entre los que está el de petróleo, donde su costo no es constante y su uso contamina el ambiente debido a la de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, lo que aumenta el calentamiento global. Es por ello que resulta imperioso la utilización de nuevas tecnologías, en la producción de energía eléctrica mediante el uso de fuentes de energías alternas, limpias, verdes, y/o renovables, las cuales son consideradas no contaminantes.

Es por ello que en la presente investigación se contempla en el:

Capítulo I, Plasmar el planteamiento del problema, la formulación del mismo, establecer los objetivos, la justificación, el alcance y las limitaciones del mismo.

Capítulo II. Relacionado a los antecedentes que de una u otra forma sirven para la comprensión del objeto de estudio, así como las bases teóricas que lo sustentan, las bases legales que lo regulan, así como la definición de la terminología.

Capítulo III. Hace referencia al tipo, diseño de investigación, así como las técnicas de recolección de la información, y las fases de cómo se desarrolló la investigación.

Capítulo IV. Se presentan los análisis de resultado.

Y, por último, pero no en importancia se emiten las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Con el transcurrir del tiempo, el ser humano es cada vez más y más dependiente de los recursos energéticos. Actualmente ni los hombres, ni las empresas u instituciones pueden vivir, trabajar y/o producir: sin iluminación; calefacción; refrigeración; equipos de comunicación y computación de última generación: equipos, maquinarias, herramientas con nuevas tecnologías, equipos y medios de transporte, entre otros, lo que se evidencia en el reporte de la Agencia Internacional de Energía (AIE), 2020 la cual indica que el porcentajes de energía en el Mundo es: Carbón = 69% Gas = 44% Petróleo = 83.6%, y todos son recursos naturales no renovables.

Este uso excesivo energético, puede con llevar a una crisis mundial la cual ya fue anunciada por Bronstein V., (2006), el cual se publicó en el diario el Clarín, un artículo denominado “La Crisis Energética y nuestro futuro”, en el, hace referencia a que el mundo se encuentra en un periodo de crisis energética, ya que, dentro de algunos años, la producción mundial de petróleo convencional empezará a disminuir, al haber alcanzado el límite de producción. Mientras tanto, la demanda mundial no deja de aumentar.

Esta situación, ha hecho que países como Colombia y Venezuela, promulguen leyes en relación al uso racional y eficiente de la energía eléctrica. En el caso de Colombia en octubre 2001, promulga la Ley 697, 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, en cuyo texto en el artículo 1 cita:

Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales

Y en Venezuela, el gobierno nacional en Gaceta Oficial N° 39.823 de 15 de julio 2011, promulga la Ley del Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, cuyo objeto está reflejado en el artículo 1 el cual cita:

Esta Ley tiene como objeto promover y orientar el uso racional y eficiente de la energía en los procesos de....., así como el uso final de la energía, a fin de preservar los recursos naturales, minimizar el impacto ambiental, contribuir con la equidad y bienestar social, así como, con la eficiencia económica del país, mediante el establecimiento de políticas enfocadas en el uso racional y eficiente de la energía, la educación energética...

Y en artículo 19, del Capítulo III, De la Participación del Poder, de la citada Ley hace referencia a:

Es responsabilidad de los Ministerios del Poder Popular con competencia en materia de Educación y Educación Superior contribuir con el Plan Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. En su área de competencia los ministerios citados anteriormente cooperaran entre sí, en el diseño y ejecución de dicho programa y articularan con los Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo y el Ministerio del Poder Popular para la Ambiente lo relativo a las campañas informativas, los programas y asignaturas que puedan incorporarse a la curricular y que favorezcan los aprendizajes en uso racional y eficiente de la energía, uso de fuentes renovables de energía y al cuidado y preservación del medio ambiente en función a los objetivos energéticos establecidos en el Plan Nacional..

Así mismo en el artículo 20, indica quienes deben ser los promotores de la misma, ya que menciona:

El programa debe contemplar al menos cinco (5) factores fundamentales dentro de la ecuación energética educativa nacional:

1. Los usuarios distinguidos como: usuario residencial, usuario comercial, usuario industrial y el Estado; los cuales serán abordados por un programa orientado a concienciar, propiciar cambios de hábito, comportamientos y actitudes en los valores de consumo en cada uno de ellos.
2. Los tres niveles del Sistema Nacional de Educación: básico, medio y superior son abordados desde la perspectiva académica que propicie el entendimiento del proceso energético, histórico político en las distintas sociedades que lo desarrollaron hasta la actualidad.....

De igual manera en el artículo 21, hace referencia a la concienciación y capacitación en cuanto al tema del uso racional y eficiente de la energía eléctrica. Todo esto en concordancia con el artículo 6, de la Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, el cual cita:

Interpretando el espíritu de la Constitución de la República, se reconoce el acceso universal al servicio eléctrico, el cual será garantizado por el Estado a todas las personas, quienes tienen el deber de hacer uso racional y eficiente del mismo.

Las citadas leyes, son para todos los ámbitos públicos y privados, y para este último también se emitió la Resolución N° 35, publicada en Gaceta Oficial N° 40.236 el 26 de agosto de 2013, la cual surge debido a que: el consumo de energía eléctrica de la población venezolana, es más alto que el promedio de América Latina; a que la demanda en el consumo de energía eléctrica se ha incrementado en el 2013 en un 7 %, que aún y cuando se han decretado leyes del uso racional y eficiente de la energía eléctrica el consumo sigue en ascenso, lo que le exigió al Ejecutivo Nacional el establecimiento de estrategias y lineamientos que promuevan el uso eficiente de la Energía Eléctrica en las Áreas y Zonas Servidas por la Corporación Eléctrica Nacional S.A. (CORPOELEC).

Esta resolución hace referencia a la disminución de la demanda asignada, así como el uso de estrategias para la disminución del consumo, mediante el uso de instalación de autogeneración, en los horarios de mayor demanda en los horarios de mayor demanda del Sistema Eléctrico Nacional. Esto se evidencia en lo citado en el artículo 1, donde se establece que:

Las Personas Jurídicas del Sector Privado, que superen una Demanda Asignada Contratada de un Megavoltioamperio (1 MVA), deberán realizar acciones para mantener una reducción de al menos un diez por ciento (10%) de su consumo mensual con respecto al mayor valor entre el consumo facturado en el mismo mes o el consumo promedio mensual facturado, ambos referidos al año 2009.

Y en la misma resolución, en el artículo 2, hace referencia a que, si superan la demanda asignada, deberán buscar la manera de reducir por lo menos el 10% de su

consumo mensual, referido al mes de mayor consumo facturado, o del consumo promedio mensual facturado, ambos referidos al año 2009.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente planteado y promover con el uso racional y eficiente de la energía eléctrica se propone el uso de un sistema eléctrico basado en energías alternas para los diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton), el cual dará cumplimiento a las leyes en materia energética y preservación del medio ambiente. Para esto se requiere investigar el consumo eléctrico de los diferentes tipos de aire acondicionado existentes en el mercado hasta cinco toneladas (5 Ton), así como evaluar la factibilidad técnica y económica del sistema.

1.1.2 Formulación del problema

Para poder desarrollar la propuesta planteada se hace necesario dar respuesta a las siguiente interrogantes: ¿Cuáles son las características eléctricas de los diferentes tipos de aire acondicionado hasta cinco toneladas (5 Ton)?, ¿Cuáles son los diferentes tipos de energías alternas, sus usos y características que existen en Venezuela?, ¿Cuál es la energía alterna más idónea para ser usada como medio alterno en el sistema eléctrico de los aires acondicionados hasta cinco toneladas (5 Ton)?, y ¿Cuál es la factibilidad, técnica, económica, ambiental del sistema de energías alternas seleccionado?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Proponer el uso de energías alternas como medio alterno para el sistema eléctrico de los diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton)

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Describir las características eléctricas de los diferentes tipos de aires acondicionado (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton)
2. Realizar un análisis de los diferentes tipos de energías alternas.
3. Determinar cuál de las energías alternas existentes, es la más idónea para usarse como medio alterno en el sistema eléctrico para diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton).

4. Realizar la Viabilidad económica, Factibilidad técnica y social de la propuesta

1.4 Justificación

Con el fin de cumplir lo anteriormente planteado y motivado a la utilización de la tecnología en cuanto al uso de energías alternas en pro del uso racional y eficiente de la energía, se va a desarrollar un estudio de factibilidad técnica y económica para el sistema eléctrico de los aires acondicionados hasta cinco toneladas (5 Ton). Para con ello cumplir con las leyes, normas y resoluciones existentes en esta materia y contribuir con la reducción del consumo eléctrico de las empresas, instituciones, residencias que implementen esta propuesta, así como el cuidado del medio ambiente por la utilización de energías verdes o limpias. Todo esto enmarcado en cuatro momentos los cuales son:

Teórico. Momento en el que se manifiestan los conocimientos adquiridos, y se internalizan nuevos conocimientos en otras áreas, relacionadas con el objeto de estudio. Estos están relacionados a los equipos de aire acondicionado y el consumo eléctrico de los mismos, a las energías alternas, alternativas, limpias verdes o renovables, entre otros.

Práctico. En momento permite poner en manifiesto en la práctica los conocimientos adquiridos, en relación a los cálculos que se deben realizar para el diseño del sistema con energías alternas a utilizar, lo que ayudará al investigador en futuros trabajos, y así optimizar recursos, aunado a que servirán para futuras investigaciones y otras dependencias a nivel local, regional y nacional.

Social. El cual es de gran importancia ya que con el uso de energías verdes o limpias se cuida el medio ambiente por la disminución del efecto invernadero y la disminución del consumo eléctrico del sector.

Metodológico. En este momento el o los investigadores pueden seleccionar el o los tipos de investigación, el nivel, el diseño de investigación, así como las fases o pasos para su desarrollo, todo esto relacionado con las variables que afecten en mayor o menor proporción a la investigación.

1.5 Alcance

El alcance de la presente investigación es la propuesta del uso de energías alternas para el sistema eléctrico de los diferentes tipos de aires acondicionados hasta cinco toneladas (5 Ton), ubicados en el municipio San Diego del estado Carabobo. Para ello hay que:

a) Obtener las características eléctricas de los diferentes tipos de aires acondicionados (A/A).

b) Definir cada uno de los diferentes tipos de energías alternas, su uso y características

c) Seleccionar la energía alterna más idónea a ser utilizada como medio alterno para el sistema eléctrico de los A/A hasta cinco toneladas (5 Ton) del municipio San Diego, del estado Carabobo

d) Realizar los cálculos de la demanda requerida

e) Diseñar el sistema de energía alterna que satisfaga el requerimiento de electricidad de los A/A.

f) Elaboración de las propuestas.

1.6 Limitaciones

La actual situación del país en lo referente a la paridad cambiaria, la movilidad del colectivo hacia sus centros de estudio, por la pandemia, el transporte, el combustible entre otros.

CAPÍTULO II

MARCO TEORÍCO

Cuando se plantea el problema del objeto de estudio, es decir, se tienen formulados los objetivos, el siguiente paso, es sustentar teóricamente la investigación. Es por ello que Hernández, Fernández y Baptista (2010), lo define como marco teórico, el cual implica analizar y exponer aquellas teorías, enfoques teóricos investigaciones y antecedentes: en general todo aquello que sirva de soporte para el desarrollo de la investigación.

2.1 Antecedentes

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010), los antecedentes sirven para dar un enfoque o guía de cómo ha sido tratado un problema específico de investigación: qué tipos de estudio se han efectuado, con qué sujetos, cómo han sido recolectados los datos, en qué lugares se han llevado a cabo, qué diseños se han utilizado.

En primer lugar, se presenta el trabajo realizado por Cortez G. O. y Torres R. Y. (2019), titulado **“Diseño de sistema fotovoltaico para el aire acondicionado del Data Center de la empresa C&C Services”**, para optar al título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. El trabajo tuvo como fin realizar el diseño del suministro de la energía que requieren los sistemas de aire acondicionado por medio de celdas fotovoltaicas con las cuales se buscaba reducir el consumo de energía eléctrica y a la vez aprovechar de esta manera uno de los recursos renovables como lo es la radiación solar. Para este análisis se requirió: identificar el consumo energético que demanda el equipo de aire acondicionado instalado en el Data Center de C&C Services de acuerdo a la capacidad del mismo; el análisis de que, si el consumo puede ser suministrado por celdas fotovoltaicas y a partir de ahí realizar todo lo relacionado con el presupuesto que demanda el proyecto, encontrando con esto una oportunidad para aportar a la sociedad, el medio ambiente y la industria.

El aporte del mismo fue, las diferentes alternativas de solución en cuanto a:

Realizar campañas para generar conciencia en cuanto al alto consumo de energía de estos sistemas de aire acondicionado ya que si esta problemática no se hace visible tampoco se verá la necesidad de una solución; Analizar la viabilidad de energizar estos sistemas de aire por medio de celdas fotovoltaicas; El aprovechamiento de recursos naturales, como el sol con el cual se alimentarán las celdas fotovoltaicas; Así como el análisis de los sistemas de aire acondicionado en su fuente de alimentación para verificar que se adecuen a las celdas fotovoltaicas. Para llegar a estas posibles soluciones los investigadores plantearon un árbol de problemas y un árbol de objetivos lo que les permitió visualizar de forma más clara y precisa las posibles soluciones al problema planteado.

Otro aporte fue la metodología utilizada, la cual inició con el estudio de la radicación solar de la zona, lo que permitió determinar la cantidad de paneles solares que requirió el diseño del sistema fotovoltaico y para culminar se realizó el estudio de la factibilidad: económica, social, ambiental, es decir, determinar la viabilidad del proyecto.

En segundo lugar, se presenta el artículo presentado por: Valle H. J. (†), Ortiz T. A., Román A. R., y Morales O. E., (2017), titulado: **Diseño de un sistema de refrigeración para el almacenamiento de carne utilizando energía solar**, publicado en la Revista de Ingeniería Innovativa, de las Universidades: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Escuela Superior de Apan y Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, México. Cuyo objetivo principal fue, demostrar como el uso de energía solar fotovoltaica aplicada a procesos de refrigeración permite tener un ahorro en el costo de energía y un beneficio al medio ambiente.

Donde entre sus conclusiones se puede mencionar. Que con la realización de la investigación se pudo: visualizar las ventajas de la implementación de sistemas de refrigeración alternativos a cámaras frigoríficas, aunque estos sistemas se encuentren limitados por las condiciones de trabajo; que aún y cuando en algunos meses del año la energía provista por el sistema de colectores solares no es suficiente a la requerida por las cámaras frigoríficas, sin embargo es importante considerar que las cargas térmicas se calcularon para los casos en que éstas son las máximas posibles, por ello

aunque existen diferencias en la energía suministrada y requerida se puede considerar el diseño como aceptable y de ser posible se considera una interconexión a la red eléctrica, el cual puede ofrecer un respaldo cuando la energía provista por los paneles solares no sea suficiente para abastecer las necesidades de enfriamiento de las cámaras.

El aporte de esta investigación al igual que la anterior fue la metodología, en la cual se tomaron en cuenta factores o parámetros como son: la radiación solar, la temperatura ambiente, presión atmosférica y la velocidad del viento aplicado; los cálculos realizados para determinar las necesidades del sistema, entre otros.

En tercer lugar, se tiene el trabajo presentado por, Maltéz R. G., (2012), titulado, **Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar la red eléctrica instalada en área comercial**, para optar al título de Ingeniero Electricista de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Cuyo objetivo general fue, Diseñar un sistema fotovoltaico para alimentar la red eléctrica de un área comercial y reducir los costos de compra de la energía entregada por el distribuidor. Para ello se presentaron: conceptos de energías renovables para generar electricidad y conocer el uso de cada una; los sistemas de captación y transferencia de energía solar para entender su comportamiento y posibles aplicaciones; el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos para abastecer sistemas eléctricos, así como el criterio para el diseño de un sistema fotovoltaico que ayudo a identificar las diferentes interrogantes de su instalación.

Los aportes de la misma fueron, las bases teóricas las cuales tiene relación con tipos de energía renovable, así como su tecnología y las ventajas y desventajas de cada una de ellas, entre las que se pueden mencionar: energía hidráulica, biomasa, energía mareomotriz, eólica, geotérmica y por último los diferentes aprovechamientos de la energía solar específicamente todo lo relacionado con la energía fotovoltaica, así como los parámetros utilizados para el diseño del sistema fotovoltaico.

En cuarto lugar, se presenta el trabajo realizado por, Bayona C, Greycel (2016), titulado: **Diseño de un Sistema de Distribución Eléctrica y Aplicación de la Energía Solar como Medio Alternativo para la Iluminación Exterior y la Cinta Transportadora en la Vaquera de la Unidad Académica la Morusca, ubicada en el sector Guarumito, municipio García de Hevia del estado Táchira**, como requisito

para optar al título de Ingeniero Electricista en el Instituto Universitario de Tecnología Agro-Industrial, Programa Nacional de Formación Ingeniería Eléctrica, San Cristóbal, estado Táchira - Venezuela. En donde entre sus objetivos estuvo el estudio de la factibilidad de la utilización de energía solar como medio alternativo para la alimentación de las luminarias exteriores y cinta transportadora de heno. En esta se realizó un análisis de la situación actual, se hizo un levantamiento de la carga instalada, para con ello realizar la selección de los materiales y equipos (tablero principal, secundario, acometida principal, sistemas ramales, protecciones, paneles solares, banco de baterías, inversor, regulador de carga, entre otros) siguiendo especificaciones del Código Eléctrico Nacional (CEN), por último se realizaron los planos pertinentes, y la elaboración de un proyecto para ser presentado a la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU) para la aprobación de los recursos e implementación.

El aporte de esta investigación fue la manera en que se realizó el análisis de la situación actual, el estudio de carga y los cálculos realizados para la selección de los componentes del sistema fotovoltaico, así como, la revisión de las diferentes leyes y normas aplicables, el análisis para el establecimiento criterios claves para el diseño.

En quinto lugar, se presenta el trabajo de Rivas R. J. A., (2021), titulado **Propuesta de un sistema de iluminación con energía alterna para el campus universitario de la universidad José Antonio Páez, para optar al título de Ingeniero Mecánico de la Universidad José Antonio Páez**, Valencia, estado Carabobo Venezuela. Donde entre sus objetivos estuvieron: Proponer un sistema de iluminación con energía alterna para el campus universitario de la universidad José Antonio Páez; Diagnosticar la situación actual del sistema de alimentación de las luminarias del campus universitario; Seleccionar el sistema de energía alterna que satisfaga las necesidades de carga instalada de las luminarias.

El aporte de la misma, se pueden mencionar las bases teóricas, especialmente la relacionada con la redición solar en Venezuela, las bases legales y terminología utilizada, así como la metodología utilizada, las fases aplicadas para el desarrollo de los objetivos y los cálculos realizados para el diseño del sistema fotovoltaico.

2.2 Bases Teóricas

Hernández, Fernández y Baptista (2010), señalan que los aspectos relacionados con los fundamentos teóricos van a permitir presentar una serie de aspectos que constituyen un cuerpo unitario por medio del cual se sistematizan, clasifican y relacionan entre sí los fenómenos particulares estudiados.

2.2.1 Energías Alternativas

Para Raffino M., (2020), las energías alternativas o *fuentes de energía alternativas*, son las técnicas y/o procedimientos de obtención de energías diferentes a las energías tradicionales, las cuales consisten en la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, etc.). Desde la Revolución Industrial en el siglo XVII, el uso de hidrocarburos sigue siendo la fuente energética más utilizada en el mundo, debido a su rendimiento en la fabricación de combustibles para automóviles, aeronaves o fuentes de electricidad. Los cuales son altamente contaminantes y el mercado de la materia prima para su fabricación es inestable, por lo que se requiere la búsqueda de energías más limpias, seguras y económicas y estas son las energías alternativas.

Entre las principales fuentes de energía renovable y no renovable se tienen:

- | | |
|---------------|-----------------------|
| a) Hidráulica | d) Eólica |
| b) Térmica | e) Solar Fotovoltaica |
| c) Nuclear | f) Biomasa |

Las cuales se pueden apreciar en la figura 1



Figura 1. Fuentes de energía renovable y no renovable

Fuente. <https://www.mheducation.es>

El término de energías alternativas, limpias, renovables, surgió en la década de los 70, cuando las alteraciones del o de los ecosistemas producto de la industria humana, impactaron al medio. Aún no existe un criterio definitivo las cuales son las formas de obtención de energía, son las propiamente “alternativas”, debido a que es muy comúnmente utilizado el término para referirse a las formas de energía ecológica o “energía verde”. Entre estos tipos de energía se tienen:

a.) Energía mareomotriz. Es aquella que aprovecha los movimientos de las mareas y las corrientes oceánicas.

b.) Energía eólica. Utiliza la fuerza mecánica del viento para movilizar turbinas generadoras.

c.) Energía nuclear. Se obtiene energía mediante reacciones atómicas controladas que liberan mucho calor y permiten producir electricidad.

d.) Energía solar. Es la proveniente de aprovechamiento y almacenamiento de la energía proveniente de la radiación solar.

e.) Energía geotérmica. Es la que se obtiene de provechar el calor natural de las capas profundas del subsuelo de la Tierra.

f.) Energía hidroeléctrica. Aprovechamiento de la energía potencial gravitatoria de las grandes masas de agua como cataratas o ríos, para producir electricidad.

g.) Biocombustibles. Es la que se obtiene del aprovechamiento de la materia orgánica de desecho para generar alcoholes y gasolinas de rendimiento medio y menor costo y daño ambiental que los derivados del petróleo.

2.2.1.1 Importancia de las energías alternativas, limpias, verdes, entre otras.

La importancia de las energías alternativas radica en que debido a que día tras día la demanda de energía sigue en aumento, y el uso de la tecnología en las máquinas, equipos y herramientas es mayor, es imperioso buscar formas de energías más seguras, confiables y que causen menos daño al medio ambiente en un futuro no muy lejano.

2.2.1.2 Ventajas de las energías alternativas, limpias, verdes, entre otras.

Entre las ventajas que tienen estas formas de energía se tiene:

h.) Menor impacto ambiental. Debido a que genera menor efecto invernadero que las plantas hidroeléctricas o la quema de combustibles fósiles.

i.) Menor costo de materia prima. Al no depender de la extracción de petróleo, carbón o gas natural, estas energías mantienen sus costos estables, en muchos casos limitándolos a la instalación inicial y la posterior manutención.

2.2.1.3 Desventajas de las energías alternativas, limpias, verdes, entre otras.

a.) Menor eficiencia. No suelen ser tan potentes como lo son los métodos tradicionales, exige de instalación de más equipos.

b.) Mayores riesgos. Relacionados con la continuidad del servicio debido a: las pérdidas de material radiactivo de las centrales nucleares, los microsismos generados por la energía geotérmica o la caída de la generación de energía de las plantas eólicas cuando el viento disminuye o cambia el clima, son cuestiones que deben ser tomadas en cuenta.

2.2.1.4 Clasificación de las energías alternativas

Raffino, clasifica a las energías alternativas en dos grupos, los cuales son:

1 Energía renovable o sostenible. Las cuáles son las energías que utilizan o aprovechan materiales/recursos inagotables o que la naturaleza repone constantemente, sin riesgo de agotarlas en un futuro inmediato. En algunos casos aprovechan materiales orgánicos de los desechos sólidos - biomasa.

2 Energía nuclear. Tanto la fisión como la fusión nuclear son reacciones nucleares que liberan la energía almacenada en el núcleo de un átomo. Pero hay importantes diferencias entre ambas. La fisión nuclear es la separación de un núcleo pesado en núcleos más pequeños, mientras que la fusión nuclear es la combinación de núcleos ligeros para crear uno más grande y pesado.

2.2.2 Energía Solar

Según la Coordinación de Energías Renovables (2008), la energía solar, es la energía que proviene del Sol y que se puede captar gracias a la radiación solar. Esta fuente de energía representa la principal fuente energética del planeta. La tierra recibe del sol una cantidad de energía anual de aproximadamente 1,6 millones de kWh, de los cuales sólo un 40% es aprovechable, una cifra que representa varios cientos de veces

la energía que se consume actualmente en el mundo; es una fuente de energía descentralizada, limpia e inagotable.

Para el aprovechamiento de la energía solar se requiere de la utilización de dispositivos que capten la energía proveniente del sol y la transformen en otras formas de energía. Las cuales son: la conversión fototérmica y la conversión fotovoltaica.

La tendencia actual es la utilización de las energías limpias o renovables y la de mayor demanda es la energía solar para la producción de electricidad, la cual se puede obtener de acuerdo a diferentes métodos entre los que se pueden mencionar:

1. Métodos indirectos. Este es mediante el calentamiento de fluidos, que pueden ser agua, sodio, sales fundidas entre otros, para convertirlos en vapor, el cual mueve un alternador y produce electricidad. La producción de la electricidad se realiza mediante un ciclo térmico convencional, al igual que una planta que una central térmica alimentada con combustibles fósiles. (ver figura 2)

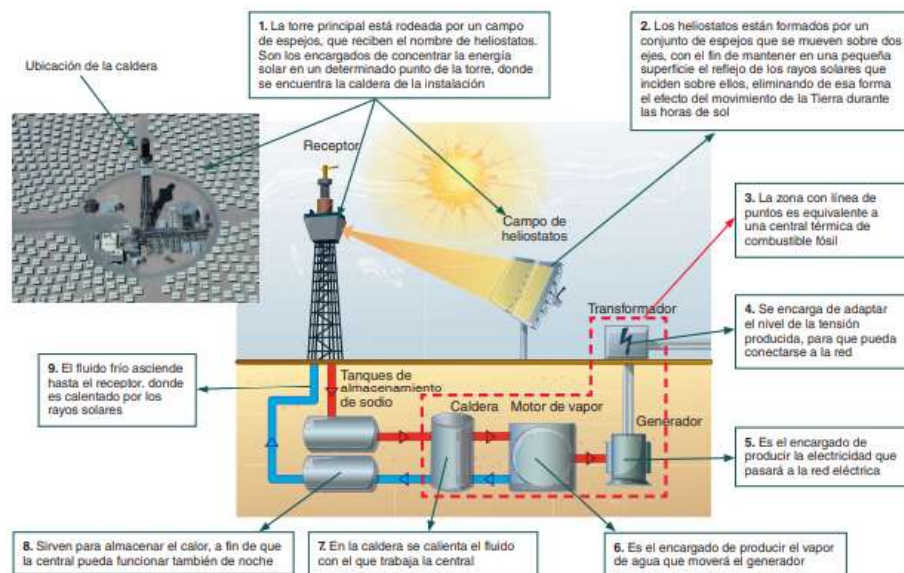


Figura 2. Métodos indirectos de obtención de electricidad (central térmica solar)

Fuente. <https://www.mheducation.es>

2. Métodos directos. En este se obtiene electricidad mediante la utilización de celdas solares. Las cuales pueden estar o no conectadas a la red eléctrica, a los que se les denomina sistemas aislados, como se observan en las figuras 3 y 4)

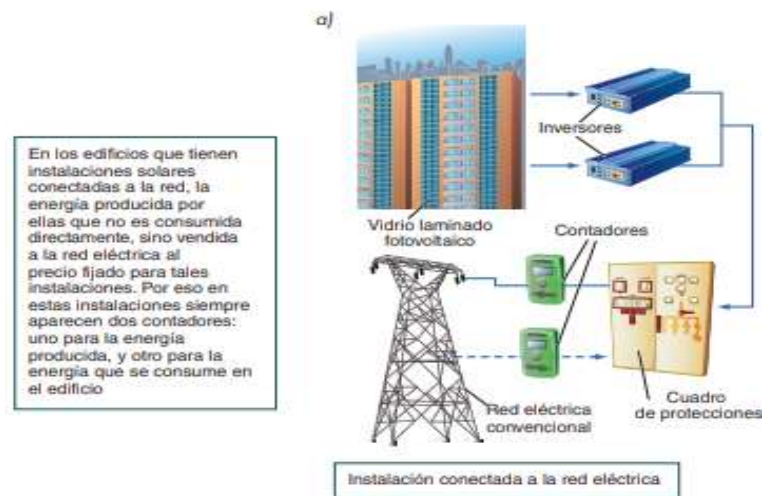


Figura 3. Métodos directos de obtención de electricidad (conectado a la red)

Fuente. <https://www.mheducation.es>

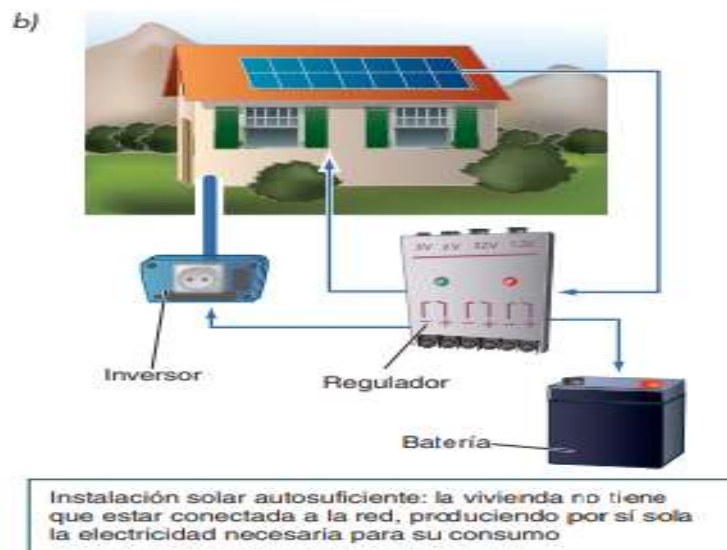


Figura 4. Métodos directos de obtención de electricidad (sistemas autónomos)

Fuente. <https://www.mheducation.es>

2.2.3 Clasificación de los sistemas o instalaciones solares fotovoltaicas (ISF)

Como se mencionó anteriormente las ISF pueden ser clasificadas de dos (02) tipos, los cuales están relacionados a la función de aplicación que fue diseñada, es decir, aplicaciones y/o instalaciones: autónomas o conectadas a la red eléctrica, donde:

1 Instalaciones autónomas. Son aquellas que se encuentran aisladas, es decir, no tienen ningún tipo de conexión con la red eléctrica o sistema eléctrico local, regional o nacional, y suplen de energía eléctrica al lugar donde se encuentra ubicado. Estas pueden ser de dos (02) tipos:

a.) Espaciales. Son las utilizadas para el suministro de energía a los aparatos, y/o equipos localizados en el espacio, tales como satélites, estaciones espaciales, (ver figura 5), este tipo de aplicación fue la que dio inicio al estudio y desarrollo de los sistemas fotovoltaicos.



Figura 5. Instalación fotovoltaica espacial

Fuente. <http://edii.uclm.es/~arodenas/Solar/>

Nota: Estas estaciones pueden desplegar paneles de hasta 2500 m², como es el caso de la estación espacial Internacional, la cual entrega un aproximado de 110 kW.

b.) Terrestres. En esta se destacan, las de servicios profesionales:

✓ Telecomunicaciones: Telefonía rural, radio, repetidores de: telefonía, televisión, entre otros.

✓ Electrificación rural. Instalaciones construidas para suministrar energía eléctrica a centros poblados donde no llega o no hay acceso a la red eléctrica nacional, residencias aisladas, centros de ocupación periódica, refugios. Por ejemplo, en Europa hay aproximadamente 1 millón de personas sin acceso a la red eléctrica y en países como Cuba y Brasil, se emplean en locales o centros comunitarios (consultorios médicos, escuelas, entre otros). También usado para suministrar energía eléctrica a pueblos, aldeas, comunidades aisladas.

✓ Señalización.

- ✓ Alumbrado público.
- ✓ Bombeo de agua. Sistema utilizado para el suministro de agua a granjas, fincas, ranchos, el cual puede ser para el agua de servicio como para agua potable.
- ✓ Redes satelitales. Sistema utilizado más comúnmente por empresas privadas de telecomunicaciones, organismos oficiales, cuya conexión es a través de satélites.
- ✓ Telemetría. Sistema que permite realizar las medidas/lecturas de variables físicas, para luego ser transmitida a las centrales. Por ejemplo: El control de pluviometría de la cuenca de un río.
- ✓ Otras aplicaciones: Juguetes calculadoras, alumbrado ornamental, alumbrados decorativos, entre otros.

2 Conectadas a la red. En este tipo de instalación, la energía producida es vendida a la empresa de energía eléctrica. Y esta producción se realiza mayormente en los períodos donde la demanda de energía es mayor, en otras palabras, durante el día. Entre este tipo de instalación se pueden mencionar:

- ✓ Huertos solares o centrales fotovoltaicas. Instalaciones concentradas en un solo lugar con uno o varios propietarios, los cuales venden la energía a la empresa eléctrica (ver figura 6). La potencia de la misma depende de la cantidad de paneles. El que se ubiquen en un solo sitio u lugar permite mejorar el mantenimiento, el servicio, la póliza de seguro y la seguridad/vigilancia de la instalación.

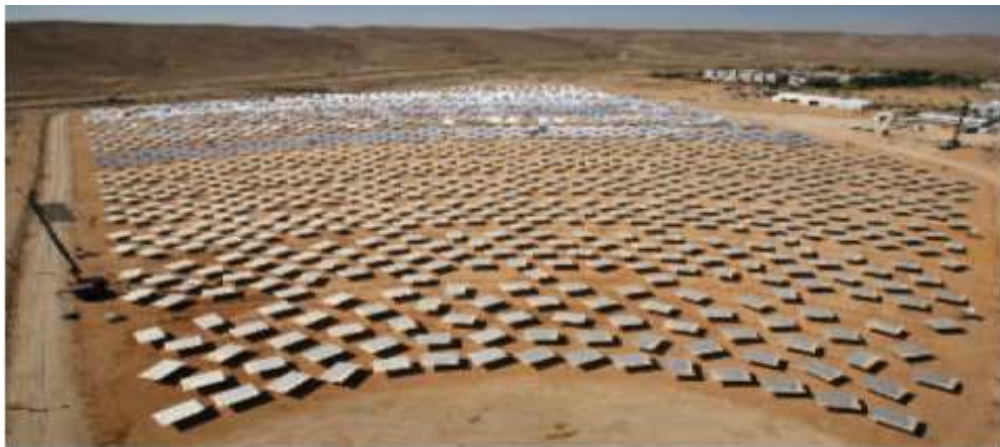


Figura 6. Huertos solares o centrales fotovoltaicas
Fuente. <http://edii.uclm.es/~arodenas/Solar/>

✓ Edificios fotovoltaicos. Este se pudiera decir, que es uno de los últimos avances de la energía fotovoltaica, ya que los productores en esta área han construido productos en el área de la construcción, entre los que se pueden mencionar: materiales para el cerramiento; cubiertas y fachadas visualmente agradables, (ver figura 7). Mayormente la utilización de estos es en los techos, dado a que allí inciden más los rayos del sol, pero útilmente se están sustituyendo los vidrios de las ventanas por módulos de láminas semitransparentes solares.



Figura 7. Edificio con fachada fabricada con paneles solares
Fuente. <https://www.mheducation.es>

2.2.4 Aires acondicionados

Lord Kelvin, citado por González (2021), menciona que un aire acondicionado sirve, tal y como indica su nombre, para el acondicionamiento del aire. Éste es el proceso más completo de tratamiento del ambiente en un local cerrado y consiste en regular la temperatura, ya sea calefacción o refrigeración, el grado de humedad, la renovación o circulación del aire y su limpieza, es decir, su filtrado o purificación.

2.2.4.1 Tipos de aires acondicionados

Para las empresas Aires Acondicionado Total y Comercial OISA (2021), los equipos de aire acondicionado son de muchos tipos: Split muro, Split piso cielo, Split Cassette, Split ductos, Ventana, Portátil, Compactos. La palabra Split significa que el equipo es dividido, por lo tanto, el equipo en su conjunto son dos unidades una interior

y otra exterior. También importante saber es que existen diferentes capacidades, que en un 90 % de los casos es directamente proporcional al volumen a climatizar. La variedad de equipos permite, dependiendo de la arquitectura del lugar y del cliente, entregar una solución.

En la actualidad existen muchos equipos de Aire Acondicionado que cumplen con las normas HVAC, Los cuales se pueden clasificar en tres (03) categorías: Domestico, Comercial e Industrial

a.) Doméstico. Son equipos que climatizan hasta 60 metros cuadrados por lo tanto su uso se concentra en casas, oficinas, comercios, etc. El voltaje que utilizan es de 120 / 220 volt.

b.) Comercial. Estos Aires Acondicionados climatizan desde los 60 a 120 metros cuadrados, generalmente se encuentran en tiendas comerciales, grandes oficinas, empresas, entre otros.

c.) Industrial. Son maquinas que son para espacios grandes sobre los 120 metros cuadrados y no tiene límite. Están ubicados en Centros comerciales, supermercado, edificios, empresas, industrias, entre otros. También es importante clasificar en dos tipos: Expansión directa o indirecta.

✓ Expansión directa. Todos los equipos que su vehículo de enfriamiento o calefacción es el mismo refrigerante, se les llama de expansión directa.

✓ Expansión indirecta. Son aquellos en que el refrigerante no es el primer elemento que enfría o calienta la zona a climatizar. Ejemplo: El principio de funcionamiento de un aire acondicionado es la compresión de un gas refrigerante que al circular por un circuito cerrado de refrigeración absorbe o disipa calor. Este se intercambia con otro elemento ya sea Agua o Aire.

En el caso de la expansión directa el aire acondicionado intercambia energía con el Aire del medio ambiente a climatizar, por lo tanto, el vehículo de intercambio es el refrigerante. Para los sistemas de expansión indirecta el aire acondicionado enfría o calienta otro vehículo que realizara el intercambio con la zona a climatizar (enfría agua y el agua enfría el aire de la zona a climatizar). Existen otros tipos de clasificación de aires acondicionados entre los cuales se tienen:

1 Aire acondicionado de ventana. Son el tipo más común de aire acondicionado que se ve, como se observa en la figura 8. Este tipo de aire acondicionado, normalmente montado en una ventana, tiene un sistema de escape que expulsa el aire caliente por la parte posterior y los lados, mientras que el sistema de refrigeración del refrigerante está orientado hacia el interior. Son de bajo costo, por lo que siguen siendo la opción más popular para quienes viven en casas pequeñas o apartamentos. Otra ventaja de la unidad de ventana es que se pueden mover de una habitación a otra según sea necesario y se pueden quitar por completo en los meses más fríos.

Una de las desventajas de los aires acondicionados de ventana es perder el uso de la ventana en la que está instalado, tanto en términos de acceso al aire fresco como en la cantidad de luz que entra en la habitación. Otra desventaja es que los ladrones pueden comprometer fácilmente las unidades de ventanas montadas en ventanas cercanas al suelo.



Figura 8. Aire acondicionado de ventana

Fuente. <https://comercialfoisa.com/>

2 Aire acondicionado central. Utilizado en casas grandes, para enfriar varias habitaciones a la vez, **el aire acondicionado central** o «aire central», como se le conoce comúnmente, será la forma más efectiva de aire acondicionado. El sistema comienza con un compresor de enfriamiento, que se encuentra fuera de la casa y es la pieza que realmente enfría el aire. Una bobina llena de refrigerante se usa para enfriar

el aire, que luego sopla un ventilador y se distribuye por toda la casa a través de su sistema de conductos establecido. (ver Figura 9).



Figura 9. Aire acondicionado central

Fuente. <https://comercialfoisa.com/>

Al usar estos conductos de suministro y retorno, el aire acondicionado central hace circular el aire frío a través de un edificio, mientras que el aire caliente luego regresa a través del sistema de retorno y se expulsa de la casa a través de un sistema de escape.

Los A/A Central. Son los más eficientes en cuanto a consumo de energía y capacidad. Un equipo central implica una gran unidad en el exterior de la edificación, con una unidad de evaporación interna y los conductos que conectan el aire acondicionado a varios ambientes internos en la casa. Estos sistemas requieren que realices modificaciones en el edificio, y espacios destinados solamente al equipo. Son los ideales para el control de temperatura de espacios grandes, como por ejemplo toda una casa, y aunque el costo inicial es alto, son más baratos a largo plazo.

Como ya se mencionó, estos equipos requieren espacios destinados exclusivamente para ellos debido a su tamaño, pero internamente en la casa, son invisibles. Solo se notan por los controles automáticos y las entradas y salidas de los ductos existentes (ver figura 10).



Figura 10. Aire acondicionado central

Fuente. <https://aireacondicionadototal.com/>

3 Aire acondicionado portátil. Al igual que los aires acondicionados de ventana, **los aires acondicionados portátiles** son otro ejemplo de un **sistema de aire acondicionado** “unitario” o autónomo. Lo que esto significa es que, al igual que las unidades de ventana, los aires acondicionados portátiles tienen todos sus componentes importantes contenidos en un solo aparato.

Estas unidades se usan más comúnmente en situaciones en las que el diseño de una habitación o las reglas y regulaciones del edificio impiden la instalación de una unidad de ventana. La forma en que funcionan es enfriando el aire con un serpentín del condensador dentro de la unidad y luego enviando el aire caliente a través de una manguera de escape grande (ver Figura 11).



Figura 11. Aire acondicionado portátil

Fuente. <https://comercialfoisa.com/>

La manguera de escape es un tubo grande que se asemeja a la manguera de una aspiradora y conecta la unidad a un juego de ventanas herméticas, dirigiendo el escape hacia el exterior. Estos kits de ventana generalmente se incluyen con la unidad. Como resultado de que el condensador y el ventilador de escape están ubicados dentro de la misma carcasa, estas unidades suelen ser un poco más ruidosas que otros aires acondicionados. El ruido excesivo es el resultado del ventilador del evaporador. Este es el ventilador que evapora la condensación acumulada dentro de la unidad.

4 Acondicionadores de Aire Split (Simple o Multicabezal). Muy utilizado actualmente. El sistema o equipos Split (ver figura 12), también se le llama equipo dividido, ya que consisten en dos o más unidades, que se instalan dentro del edificio o residencia (lado frío) y otra unidad fuera (lado caliente). El mismo puede ser usado para enfriar una o varias habitaciones. El compresor se instala en el exterior o lado caliente, y es el encargado de mantener el ciclo de refrigeración de todo el sistema.

Los sistemas o equipos Split son más pequeños que los equipos centralizados de aire, y sus unidades se mantienen conectadas por pequeñas tuberías, lo que los hace muy versátiles y de mejor traslado que un aire central. La desventaja para algunos es que la unidad interna es visible y debe ser parte de tu casa, no así el sistema central. Los sistemas Split tanto simples como multicabezal, tienen un costo inicial muy alto si los comparas con equipos de ventana o un aire portátil, pero sigue siendo bajo si lo comparas con el costo inicial del aire central



Figura 12. Aire acondicionado Split

Fuente. <https://aireacondicionadototal.com/>

2.2.4.2 Cálculo del aire acondicionado (A/A) por área

Cuando se tiene pensado instalar un nuevo aire acondicionado o cambiar el existente, se tiene que tener en cuenta el tamaño o capacidad, todo con el fin de economizar espacio y dinero. A la hora de calcular el aire acondicionado, se debe tener presente: la cantidad de habitaciones que se quiere climatizar y el tipo de A/A, el tamaño de la o las habitación (ones), el número y el tamaño de las ventanas, la altura de los techos y el clima.

Pasos a seguir para el cálculo del A/A.

1.) Cálculo del área (A_r)

$$A_r = L \times A_n. \quad (S1)$$

Donde:

A_r : Área a climatizar. Medida en metros cuadrados.

L : Largo de la habitación. Medida en metros.

A_n : Ancho de la habitación. Medida en metros

Nota. Si el área a climatizar es residencial, el A_r se multiplica por 600 y si es industrial por 800.

Esto parece un cálculo simple y sencillo pero adicional a esto se tienen que tomar en cuenta otros parámetros o factores que solo los profesionales tienen la capacidad para realizarlos, entre estos factores se tienen:

- ✓ Tamaño de la habitación.
- ✓ Número de ventanas en la habitación.

- ✓ Tipo de aislamiento en el techo.
- ✓ Altura del techo.
- ✓ Transferencia de calor de paredes.
- ✓ Temperaturas medias y máximas de verano.
- ✓ Color y tipo de techo

2.) Utilización de tablas para el cálculo del A/A, como la mostrada en la tabla 1, en la que hace referencia a los m², a si es residencial u comercial.

Tabla 1. Tamaño de la unidad del acondicionador de aire * área

Área (m ²)	Residencia 1 BTU	Comercial BTU
9	7.000	7.000
12	7.000	9.000
15	9.000	12.000
20	12.000	16.000
25	15.000	20.000
30	18.000	24.000
35	21.000	28.000
40	24.000	32.000
45	27.000	36.000
50	30.000	40.000
60	36.000	48.000
70	42.000	56.000
80	48.000	64.000
90	54.000	72.000
100	60.000	80.000

Fuente. Catálogo del fabricante, elaborado por Ontiveros Muñoz(2021)

Otros factores a tomar en cuenta para el cálculo de los BTU

- ✓ Exposición al sol: Si la habitación a climatizar está expuesta a mucho sol por la cantidad de ventanas que tiene, este factor incide en el cálculo. Por lo tanto, se necesita un equipo con mayor BTU que contrarreste este efecto.
- ✓ Cantidad de personas: Mientras más personas estén en el ambiente a controlar, mayor será el equipo a considerar. Esto se debe al calor corporal emitido por cada uno.

- ✓ Movimiento de personas: Otro valor a tener en cuenta es la cantidad de personas que entran y salen de la habitación climatizada y con qué frecuencia. Este valor no es igual al de las personas que están en el ambiente de manera continua.

Ejemplo. Se tiene una oficina de 24 m², donde se atiende al público en horario de oficina. Que A/A se requiere para climatizar la oficina?

Por tabla, como es comercial el A/A a seleccionar sería de 20.000 BTU, pero si el A/A fuera para una vivienda se seleccionaría el de 15.000 BTU. La diferencia en los BTU se debe, a que hay que tomar en cuenta que:

- ✓ Los electrodomésticos generan calor: No es igual calcular un aire acondicionado para una habitación dormitorio que para la cocina. El calor generado por cocinas, hornos, chimeneas, debe ser tomado en cuenta a la hora de los cálculos de climatización.
- ✓ Al clima dominante: No es igual calcular el BTU de un equipo necesario en una ubicación geográfica caliente, a uno en un clima frío.
- ✓ La temperatura de confort en una habitación climatizada está entre los 22 °C y los 24 °C, (temperatura ideal dentro de la habitación).
 - Ahora si la temperatura del lugar es de 40°C, los BTU deben ser mayor. El equipo debe mantener **un régimen moderado de trabajo** para bajar la temperatura desde los 40 °C a los 22 °C. Es un delta de 18 °C. Y esto debe hacerlo de manera constante durante el día

3.) Ahora bien, si colocas este mismo equipo bajo las mismas condiciones internas de trabajo: tamaño de la habitación, cantidad de personas, etc., pero en un lugar donde la temperatura es de 28 °C, el equipo estará sobredimensionado. Ya que el delta sería de 6 °C

4.) Toneladas de refrigeración. A diferencia de las unidades de aires acondicionados portátiles, las unidades centrales de aire acondicionado, así como algunos A/A tipo Split grandes, se miden en toneladas. Donde una «tonelada» es la medida de la capacidad de las unidades para enfriar. Si se tiene un acondicionador de

aire de una tonelada, significa que tiene la capacidad de enfriar 12.000 BTU por hora. Los aires acondicionados centrales residenciales vienen en una gama de tamaños de modelos **de 1,5 a 5 toneladas**. Si se necesita una unidad que tenga una capacidad de enfriamiento de más de 5 toneladas, es probable que necesites varias unidades.

5.) BTU. **¿Qué es un BTU?** La Unidad térmica británica es una medida de calor. 1 BTU es la cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura de 1 libra de agua al nivel del mar en 1 °F. Cuando se habla de BTU en relación con un aire acondicionado, se refiere a la cantidad de calor que la unidad puede eliminar del aire por hora. Por lo tanto, un modelo con una clasificación BTU más alta tiene más potencia de enfriamiento y cuando se habla del tonelaje del aire acondicionado, se tiene que tener en cuenta que una tonelada equivale a 12.000 BTU.

2.2.5 Elementos de sistemas fotovoltaicos

2.2.5.1 Parámetros de la célula solar:

- ✓ Corriente de iluminación (I_i). Es la corriente que se genera cuando la radiación solar incide sobre la célula.
- ✓ Corriente de oscuridad. Corriente que se produce en el interior del semiconductor productor de la recombinación de los pares electrón-hueco.
- ✓ Tensión de circuito abierto (V_{oc}). Esta es la máxima tensión que se puede obtener en los extremos de la célula solar, mientras no esté conectada a una carga. Esta es propia del material con el que esté construida la célula.
- ✓ Corriente de corto circuito (I_{sc}). Es el máximo valor de corriente que puede circular por la célula, cuando sus terminales están en cortocircuitados.

Una vez que se le conecte la carga, los valores de tensión y corriente varían y estos siempre serán menores que V_{oc} e I_{sc} . Para los valores de potencia máxima (P_m), habrá una tensión máxima V_m y una corriente máxima I_m por lo que:

$$P_m = V_m * I_m \quad (S2)$$

Esto permite obtener el valor de un parámetro de la célula denominado Factor de Forma (FF), el cual se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$FF = (V_m * I_m) / (V_{oc} * I_{sc}) \quad (S3)$$

Este valor oscila entre 0.7 y 0.8

a.) **Panel solar.** También conocido como modulo fotovoltaico está conformado por células solares, conectadas eléctricamente, encapsuladas y montadas en una base o soporte. Los cuales proporcionan una tensión de salida de: 6V, 12V, 24V..., la cual define la tensión de trabajo del sistema fotovoltaico. En la figura 13 se puede observar un panel solar.

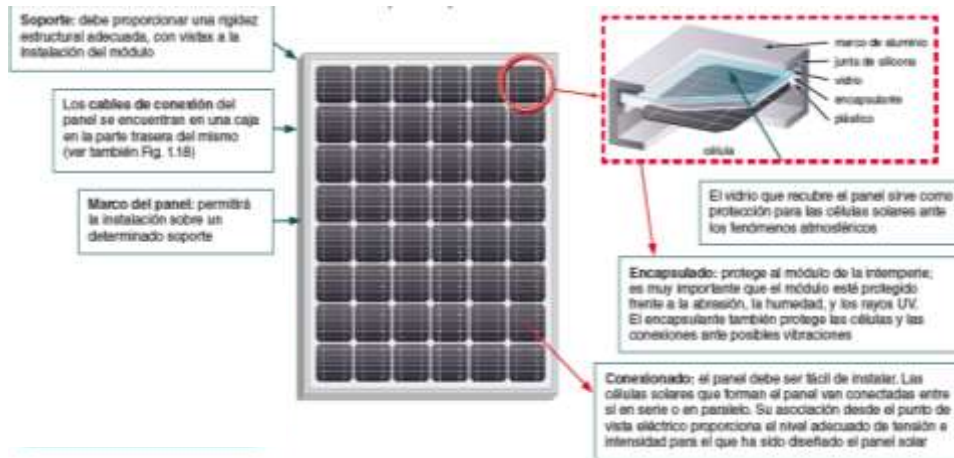


Figura 13. Panel solar

Fuente. <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/pdf>

b) **Célula solar.** Es el elemento principal de una instalación solar, también conocido como generador, ya que es el que cata los fotones provenientes de la luz solar y los convierte en electricidad. Esto lo hace mediante el efecto fotovoltaico. Las células solares están provistas al igual que los diodos por una capa P, la cual esta oculta al sol y una capa N que recibe los rayos solares o la luz solar. Los terminales de las celdas están conectados a cada una de estas placas, ambas placas están completamente metalizadas la N se diferencia de la P porque tiene forma de peine y está en la parte exterior

c) **Potencia de la célula solar.** La potencia de una célula solar estándar de 10*10 cm esta por el orden de 1 a 2 W, es por ello que se asocian varias para obtener mayor potencia. Según la conexión se pueden tener: Serie para obtener mayor

valor de tensión; Paralelo para obtener mayor corriente. Como se observa en la figura 14.

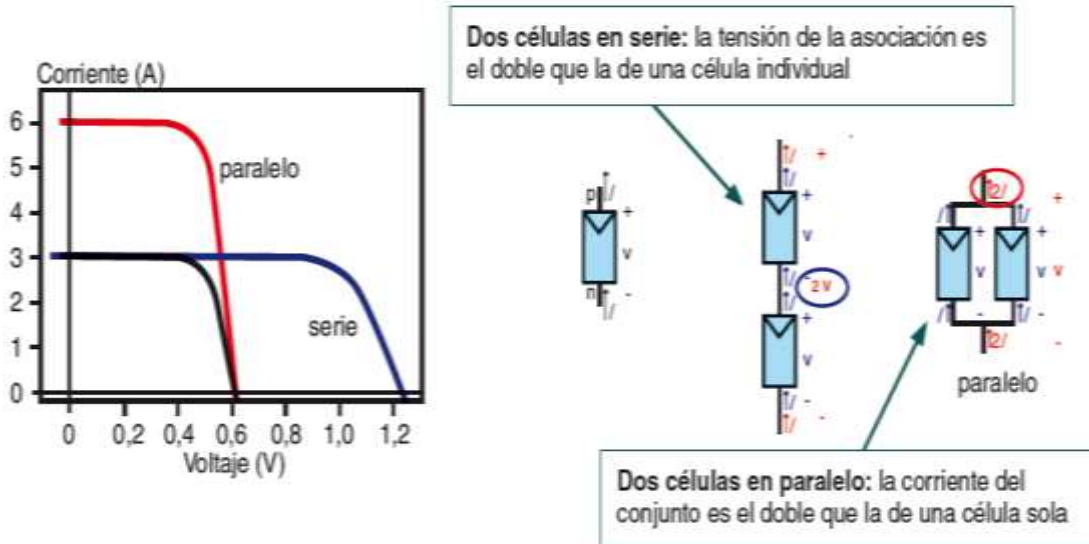


Figura 14. Conexión en serie y paralelo de células solares

Fuente. <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/.pdf>,

Un ejemplo práctico sería: Si se quiere alimentar un equipo con las siguientes características: 6 Volt. 9 Amp. Cuantas células se requieren para alimentarlo. Si se tiene células de: $V_{OC} = 0.6$ Vol, y $I_{SC} = 3$ Amp.

Para obtener los 6 Volt se deben conectar 10 células en serie

$$V = 0.6 \text{ Vol} * 10 = 6 \text{ Volt}$$

Para que suministre 9 Amp. Serían tres células en paralelo:

$$I = 3 * 3 \text{ Amp.} = 9 \text{ Amp la corriente}$$

Por consiguiente, el arreglo sería de $10 * 3 = 30$, es decir, se requieren 30 células de $10 * 10$ cm para alimentar el equipo.

Entre los principales parámetros de un panel solar se tienen:

✓ La curva característica Esta la da el fabricante, con ella se pueden obtener datos que de repente no están presentes en la placa del panel. Un ejemplo práctico de cómo utilizar la curva es: en la figura 15 se observa la curva característica de un panel solar, la cual se puede obtener los valores de I_m y V_m del panel solar.

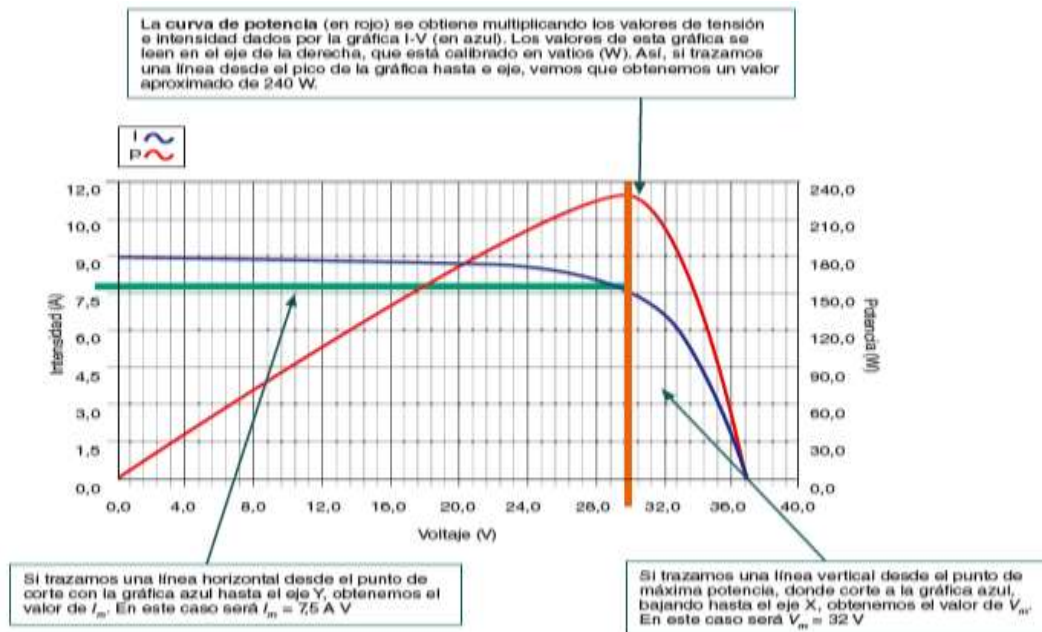


Figura 15. Curva característica de un panel solar.

Fuente: Catálogo del fabricante

La figura también sirve para verificar los datos de la placa de características del panel como se puede apreciar en la figura 16.

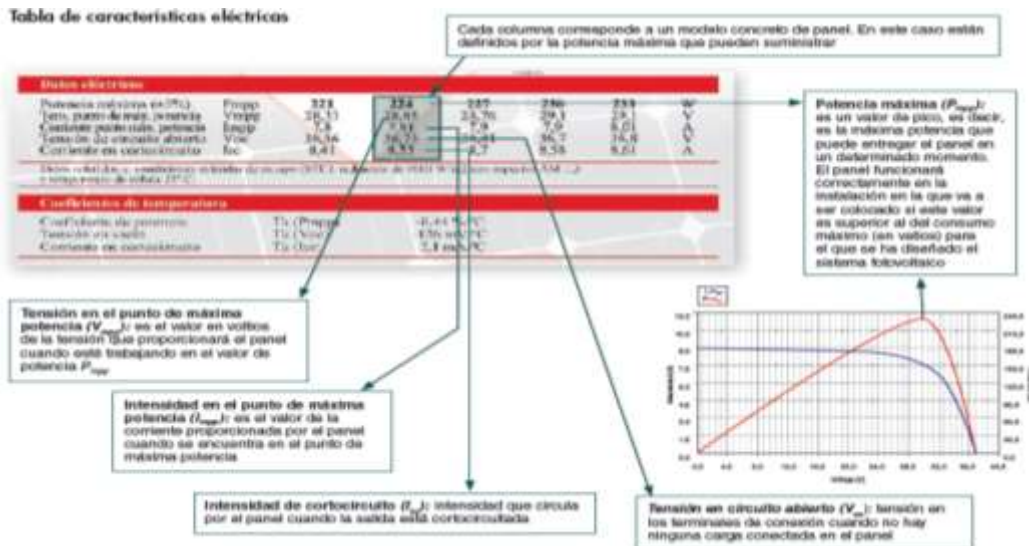


Figura 16. Interpretación de los datos/curva característica

Fuente: <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/pdf>

2.3 Bases legales

Son todas las leyes, reglamento y normas, que de una u otra forma se tiene que tener presente para la realización de la investigación y estas se inician con la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela; las Leyes Orgánicas, los Reglamentos y Normas, las cuales son el basamento jurídico o que pueden condicionar el desarrollo del trabajo de investigación. A continuación, se citan alguno de ellos.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

En el artículo 156° numeral 29. Es competencia del Poder Público Nacional “El régimen general de los servicios públicos domiciliarios y, en especial, electricidad, agua potable y gas” (p: 39).

Artículo 178°,

Son de la competencia del Municipio el gobierno y administración de sus intereses y la gestión de las materias que le asignen esta Constitución y las leyes nacionales, en cuanto concierne a la vida local, en especial la ordenación y promoción del desarrollo económico y social, la dotación y prestación de los servicios públicos domiciliarios, la aplicación de la política referente a la materia inquilinaria con criterios de equidad, justicia y contenido de interés social, de conformidad con la delegación prevista en la ley que rige la materia, la promoción de la participación, y el mejoramiento, en general, de las condiciones de vida de la comunidad, en las siguientes áreas:..... 6. Servicio de agua potable, electricidad y gas doméstico; alcantarillado, canalización y disposición de aguas servidas; cementerios y servicios funerarios. (p: 46)

Y otros artículos referentes al sistema eléctrico.

Siguiendo el orden de ideas la empresa del servicio eléctrico venezolano CORPOELEC, tiene establecido para el uso racional y eficiente de la energía eléctrica un marco regulatorio, en el cual menciona en primer lugar a la:

Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico (LOSSE), en donde el artículo 35, establece: Obligaciones de los Usuarios. Los usuarios con una demanda superior a dos megavatios (2 MW) deberán elaborar y aplicar un plan de uso racional y eficiente de la energía eléctrica para sus instalaciones.

Y el artículo 103. Sanciones por Infracciones de los Usuarios

Aquellos usuarios con una demanda superior a dos megavatios (2MW) que incumplan con la formulación y ejecución del plan de uso racional y eficiente de la energía eléctrica, serán sancionados con multas desde cincuenta Unidades Tributarias (50 U.T.) hasta quinientas Unidades Tributarias (500 U.T.).

Seguida por:

El Reglamento de la Ley del Servicio Eléctrico, donde en su artículo 1 cita: “Objeto y Alcance: Este Reglamento establece las normas y condiciones que regirán la prestación del servicio de distribución de energía eléctrica y las relaciones entre La Distribuidora y sus usuarios”.

La Resolución 035, en donde el artículo 1, cita:

Las personas jurídicas del sector privado, que superan una Demanda Asignada Contratada de un Megavoltioamperio (1 MVA), deberán realizar acciones para mantener una reducción de al menos un diez por ciento (10%) de su consumo mensual con respecto al mayor valor entre el consumo facturado en el mismo mes o el consumo promedio mensual facturado, ambos referidos al año 2009.

El Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica colocará mensualmente una etiqueta en un sitio visible, señalando el cumplimiento de las medidas establecidas.

Artículo 2.

Las personas jurídicas del sector privado con cargas entre 200 Kilovatioamperio (200 kVA) y un Megavatioamperio (1MVA), deberán acometer acciones para mantener una reducción de al menos un 10% de su consumo mensual con respecto al mayor valor entre el consumo facturado en el mismo mes o el consumo promedio mensual facturado, ambos referidos al año 2009”.

El Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica colocará mensualmente una etiqueta en un sitio visible, señalando el cumplimiento de las medidas establecidas.

Artículo 6. “Las instalaciones de autogeneración de las instituciones del Sector Privado deberán ponerse en funcionamiento en los horarios de mayor demanda del Sistema Eléctrico Nacional, que se comprende entre 11:00 y 16:00 y entre 18:00 y 22:00 horas”.

Artículo 7. “Las instalaciones de cargas concentradas superiores a 100 kVA deberán instalar capacidad de autogeneración antes del 31 de diciembre de 2011, y colocarla en funcionamiento en los horarios establecidos en el Artículo 6”.

Artículo 8.

El incumplimiento consecutivo y reiterado de las obligaciones impuestas por la presente Resolución acarreará la suspensión del suministro de energía eléctrica, hasta tanto el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica dictamine las medidas y acciones que deberá ejecutar el usuario para orientar su conducta en cuanto a patrones de uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Artículo 9.

El Ministerio de Energía Eléctrica y la Corporación Eléctrica Nacional (Corpoelec) "podrán realizar inspecciones periódicas para verificar la adecuada aplicación de las medidas de eficiencia energética, el cálculo de los índices de ahorro energético, así como la aplicación de los planes propuestos"

No se puede dejar de mencionar **la Ley Sobre el Derecho de Autor**

Los derechos de naturaleza inalienable, inembargable, irrenunciable e imprescriptible. (Art.18 al 23 LSDA y Art. 13 del Reglamento de la LSDA).

Decreto 6.992. Mediante la cual se crea con carácter temporal la comisión interministerial estratégica para el sector eléctrico., publicado en *Gaceta Oficial No. 372.680*, de fecha 3 de noviembre del 2.009.

Código Eléctrico Nacional.

Normas y reglamentos internos de la Universidad José Antonio Páez

2.4 Definición de términos básicos

Acometida. Instalaciones, materiales y equipos eléctricos entre la red de distribución del operador y prestador del servicio y el punto de entrega para la conexión del servicio al usuario

Amperio. Unidad que mide la intensidad de una corriente eléctrica. Su abreviatura es A, y su nombre se debe al físico francés André Marie Ampere.

Baterías. Dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente se recarga en su totalidad.

Biomasa. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Breaker. Término inglés que sirve para definir a un dispositivo y/o interruptor termomagnético capaz de interrumpir el paso de corriente eléctrica, cuando esta sobrepasa ciertos valores máximos. También conocido como flipón.

CEN. Código Eléctrico Nacional el cual establece las reglas de observancia mínima para la instalación segura de conductores y equipos.

Conductor. Elementos metálicos, generalmente cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar la energía de un extremo al otro del cable. Material que opone mínima resistencia ante una corriente eléctrica.

Corriente alterna Corriente eléctrica cuya magnitud y dirección varían cíclicamente.

Corriente directa. Es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. Esto implica un flujo de carga que siempre fluye en una sola dirección.

Ecosistema Sistema natural. Formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico en donde se relacionan (biotopo).

Fotón. Es la partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético. Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo a los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible, la luz infrarroja, las microondas, y las ondas de radio.

Energía fotovoltaica. Es la transformación directa de la radiación solar en electricidad.

Irrradiación. Es la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

Latitud. Distancia angular entre el ecuador y un punto determinado del planeta medida a lo largo del meridiano desde ese mismo punto angular.

Longitud. Expresa la distancia angular entre un punto dado de la superficie terrestre y el meridiano que se tome como 0° , tomando como centro angular el centro de la Tierra; habitualmente en la actualidad el meridiano de Greenwich.

Potencia eléctrica. Cantidad de energía eléctrica o trabajo que se transporta o que se consume en una determinada unidad de tiempo.

Semiconductor. Es un elemento que se comporta como un conductor o como aislante dependiendo de diversos factores, como por ejemplo el campo eléctrico o magnético, la presión, la radiación que le incide, o la temperatura del ambiente en el que se encuentre.

Tensión. Es la energía o movimiento con la que se desplazan los electrones. Unidad voltios (V).

Tierra (ground). Conexión conductora intencional o accidental entre un circuito o equipo eléctricos y la tierra o algún conductor que se usa en su lugar.

Voltio (V). El voltio se define como la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un amperio utiliza un vatio de potencia. Unidad del Sistema Internacional.

Vatio (W). Es la unidad que mide potencia. Se abrevia W y su nombre se debe al físico inglés James Watt.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Todo trabajo de grado de pregrado, especialización, maestría y doctorado, lleva implícita un marco metodológico, y Sabino (2009), define al marco metodológico como: “Situación el problema de estudio dentro de un conjunto de conocimientos con fundamentación sólida y confiable, que permite orientar la búsqueda de la consecución de los objetivos y a su vez ofrezca una conceptualización adecuada de términos” (p.70). En otras palabras, la metodología precisa en alcanzar las metas planteadas para la investigación, bajo un procedimiento metódico que permita ser analizado.

3.1 Tipo de investigación

Así mismo el estudio corresponde a una investigación documental, ya que los datos de interés del presente estudio, fueron extraídos y/o recogidos de manera directa de libros, manuales, catálogos de fabricantes, folletos, es decir, de múltiples documentos impresos. Para Sabino (2010), la investigación es documental debido a que los datos a emplear en el estudio, han sido ya recolectados en otras investigaciones y son conocidos por los informes correspondientes que llevan inmersos datos, ya elaborados y procesados, de acuerdo a los fines de quienes inicialmente los obtuvieron y manipularon.

Alfonso (1995), la investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Así mismo la investigación documental tiene la particularidad de utilizar como fuente primaria de insumos, los documentos escritos en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales, más no es la única y exclusiva. Sin embargo, Kaufman y Rodríguez (2001), los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas

en el tema. Las fuentes impresas incluyen: libros enciclopedias, revistas, periódicos, diccionarios, monografías, tesis y otros documentos.

Las electrónicas, por su parte, son fuentes de mucha utilidad, entre estas se encuentran: correos electrónicos, CD Roms, base de datos, revistas y periódicos en línea y páginas Web. Finalmente, se encuentran los documentos audiovisuales, entre los cuales cabe mencionar: mapas, fotografías, ilustraciones, videos, programas de radio y de televisión, canciones, y otros tipos de grabaciones.

La investigación documental no es solo una simple reproducción o transcripción de textos; ni tampoco está sujeta a la elaboración de un resumen, ni a las puras referencias documentales. Ya que investigar es examinar, escudriñar, consultar, sondear sobre cierta información, es decir, el método de investigación documental es la forma general que permite guiar o guía a la investigación documental, que selecciona, organiza y presenta información de fuentes documentales. Por lo anteriormente para la presente investigación se realizó, revisiones bibliográficas, de manuales, catálogos, consulta de documentos web, entre otros, con el fin de sustentar los puntos de vista expuestos en la misma, proporcionando las posibles respuestas al planteamiento del problema expuesto al principio.

3.2 Diseño de la investigación.

Desde la perspectiva de, Arias (2017), el cual establece que, “La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios; es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.” Se considera que esta investigación es documental ya que la presente plantea la evaluación y el análisis por medio de la recolección y recopilación de información de diferentes formas del uso de energías alternas como medio alternativo para el sistema eléctrico de aires acondicionados hasta 5 toneladas.

3.3 Nivel de la investigación

Uno de los aspectos a considerar en el marco metodológico, es el nivel de la Investigación. Este tiene que ver con el grado de profundidad con que se va a abordar

el fenómeno u objeto de estudio. Que según el Manual de Trabajo de Grado de la Upel (2016), el tipo de nivel de una investigación puede ser: exploratorio, descriptivo y explicativo. Otros autores refieren que los niveles de investigación se llevan a cabo por los diferentes tipos de fenómenos que existen como son los simples y complejos, internos y externos, causales o necesarios, singulares o universales

Para Arias (2017), “el nivel de la investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda el fenómeno u objeto de estudio” (p.23). A este respecto las clasifica en: (a) exploratoria; (b) descriptiva; y (c) explicativa. Según esta definición esta investigación es de tipo descriptiva.

Descriptiva

Dado a que el tipo de investigación es descriptiva, Arias (Ob. citado), cita que la misma, “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p.24). Se considera que esta investigación es de este tipo, ya que la presente investigación plantea la evaluación y el análisis del uso de energías alternas como medio alterno para el sistema eléctrico de aires acondicionados hasta 5 toneladas.

3.4 Población y muestra

Población

En el caso de la presente investigación la población o universo de la misma, tomando en cuenta lo descrito por Arias (2017), “la población o en términos más precisos población objeto, es un conjunto finito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (p.81). Igualmente señala Morales, la población está referida para quien serán válida las conclusiones que se obtengan a los elementos o unidades involucrados en el proceso de investigación. La población está representada por los diferentes tipos de aires acondicionados hasta cinco (05) toneladas.

Muestra

La muestra como explica Pérez (2010), “es el subconjunto de la población que se selecciona el investigador de las unidades de estudio”, esto se hace con la finalidad de obtener información confiable y representativa, la hace específica una cualidad. De

igual manera, Arias (2017), la define como “una parte (sub-conjunto) de la población obtenida con el propósito de investigar propiedades que posee la población”. De acuerdo a la problemática que se plantea en la investigación se tomaran cuatro tipos de muestras

En otras palabras, la muestra es la parte de un colectivo, un subconjunto de unidades de análisis que representan a la población, esta se selecciona con el fin de obtener la información más precisa que caracterizara al colectivo. Tomando en cuenta estas definiciones, se puede concluir que la muestra para este caso, es igual a la población, es decir, los diferentes tipos de A/A hasta cinco (05) toneladas, ventana Split y central, los dos primeros de 12.000, 36.000 y 60.000 BTU y el central de 5 Ton.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para Rizo (2015), las técnicas e instrumentos son los medios empleados para recolectar la información, y en la investigación documental son: los documentos primarios, secundarios y terciarios. Donde:

a) Los documentos primarios: son aquellos documentos originales, que proporcionan datos de primera mano; por ejemplo:

- ✓ Libros
- ✓ Publicaciones periódicas
- ✓ Informes científicos y técnicos
- ✓ Actas de congresos y simposio
- ✓ Tesis, monografías
- ✓ Leyes, reglamentos, normas
- ✓ Documentos gráficos
- ✓ Catálogo y manuales de fabricantes
- ✓ Entre otros

b) Los documentos secundarios: proporcionan datos sobre cómo y dónde hallar documentos primarios, es decir dónde encontrar información. Entre ellos se puede mencionar:

- ✓ Boletines o revistas de resúmenes bibliográficos; resúmenes de artículos y otras publicaciones.

- ✓ Catálogos que contienen descripciones bibliográficas, con información suficiente para acceder a documentos escritos.
 - ✓ Repertorios y directorios en donde se encuentran listas de organizaciones, instituciones y personas que puedan suministrar información.
 - ✓ Anuarios que resumen los sucesos acaecidos durante ese periodo.
 - ✓ Current contents, que proporcionan periódicamente referencias de los contenidos de las principales revistas de un determinado campo del conocimiento.
 - ✓ Pies de página de libros o artículos y ensayos o cualquier publicación
- c) Documentos terciarios u obras de referencia y consulta generales, como suelen llamarle algunos autores. Éstos tratan de obras que abarcan temas diversos, dentro de los cuales pueden encontrarse referencias a cuestiones que son de interés para la investigación. Se pueden mencionar:
- ✓ Enciclopedias
 - ✓ Diccionarios
 - ✓ Tesauros: Éstos son listas de términos afines, normalizados de acuerdo con un lenguaje documental.
 - ✓ Atlas
 - ✓ Guías
 - ✓ Almanagues
 - ✓ Bibliografías por autor, temáticas, anotadas, exhaustivas, selectivas.
 - ✓ Biografías y diccionarios biográficos
 - ✓ Memorias,
 - ✓ Entre otros

Todos estos documentos pueden estar en formato impreso o formato electrónico.

Los instrumentos aplicados son: Para el análisis e interpretación se tienen: lectura rápida; lectura reflexiva y crítica; subrayado y notas al margen; análisis y síntesis, apoyándose en la elaboración de: fichas textuales; fichas parafraseadas: ficha resumen; ficha de síntesis; ficha de comentarios; fichas mixtas, cuadernos de notas entre otros.

3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de datos

En relación con el propósito del análisis de los datos Balestrini (2006) destaca, que el mismo "implica el establecimiento de categorías, la ordenación y manipulación de los datos para resumirlos y poder sacar algunos resultados en función de las interrogantes de la investigación" (p.169). Por su parte, Arias (2006) lo refiere como "la técnica dirigida a la cuantificación y clasificación de las ideas de un texto, mediante categorías preestablecidas" (p. 77).

Para el análisis y procesamiento de datos, se utilizará la organización y sistematización de la información para luego realizar la presentación en gráficos y tablas, también se aplicará el método de Vilches para la selección de las diferentes variables en la investigación, todo esto apoyado en las dichas técnicas de cada una.

3.7 Fases de la investigación

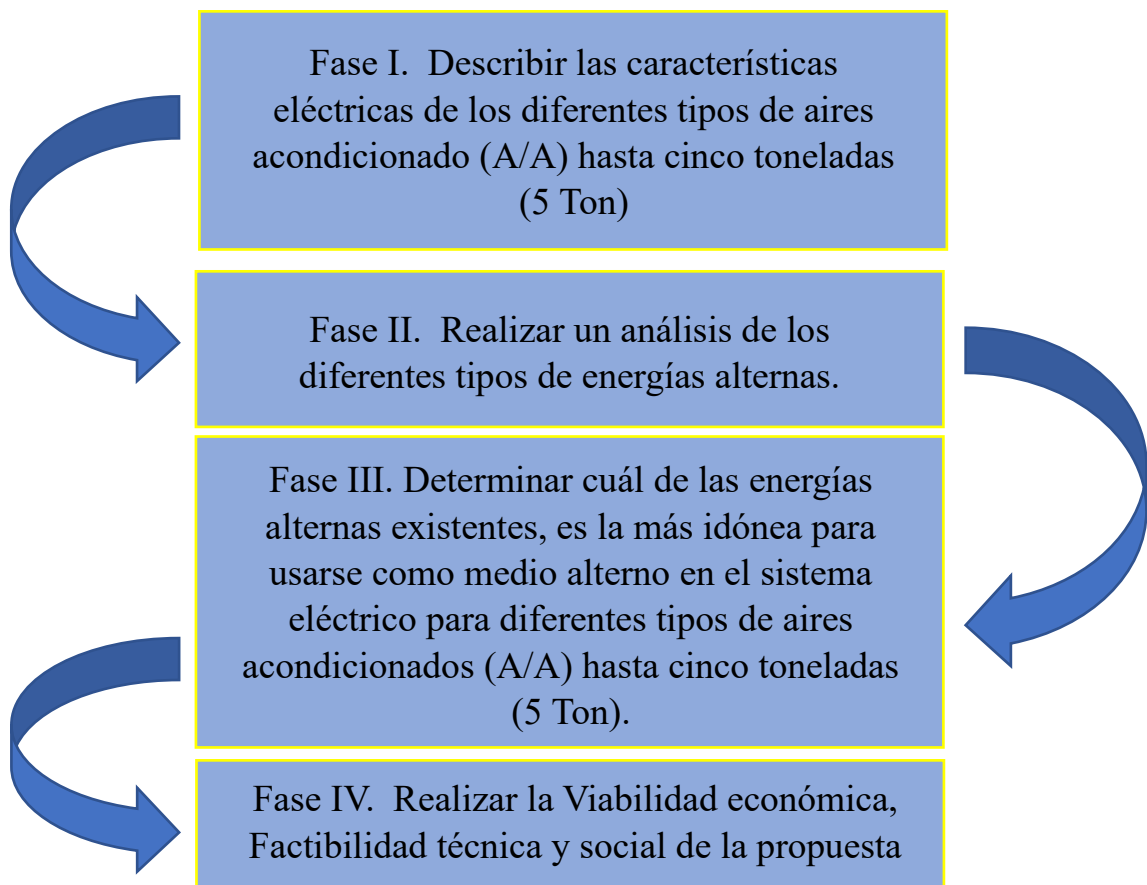


Figura 17 Fases de la investigación

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

➤ **Fase I. Describir las características eléctricas de los diferentes tipos de aires acondicionado (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton).** En esta fase se realizará una breve descripción de las características eléctricas de los diferentes tipos de aires acondicionados hasta cinco toneladas (5 Ton), para ello hay que hacer una revisión exhaustiva de los catálogos de los fabricantes.

➤ **Fase II. Análisis de los diferentes tipos de energías alternas.** Fase destinada a la recolección de la información de los diferentes tipos de energías alternas, sus características su fuente principal de funcionamiento, ventajas y desventajas, así como el área de aplicación.

➤ **Fase III. Determinar cuál de las energías alternas existentes, es la más idónea para usarse como medio alterno en el sistema eléctrico para diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton).** Una vez levantadas la fase I y II, se procederá a seleccionar la energía alterna, más idónea que satisfaga los requerimientos del sistema eléctrico de la propuesta y que se adecue al área donde se van a utilizar los A/A, que en caso de estudio es la ciudad de Valencia estado Carabobo.

➤ **Fase IV. Realizar la Viabilidad económica, Factibilidad técnica y social de la propuesta.** Ya seleccionado el sistema y sus componentes, se realizará el análisis económico, técnico, social y ambiental para definir si la propuesta es viable.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez recopilada y analizada la documentación documental, se procedió a realizar el procesamiento de los mismos y así plasmar el resultado y la propuesta planteada, así como las conclusiones y recomendaciones.

4.1 Descripción las características eléctricas de los diferentes tipos de aires acondicionado (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton)

Para convertir W en BTU/h, es suficiente saber que 1 W corresponde a 3,41214 BTU/h; 1kW es 3.412,14 BTU o multiplicar los BTU * 0,00029307, también es bueno saber que 1 Tonelada equivale a 12.000 BTU. Aclarado esto y conociendo que $P = V * I$ (S4), se pueden establecer las características eléctricas de los equipos de A/A, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2 Características eléctricas de los A/A

BTU	Equivalencia W/h	Equivalencia kW/h	I (Amp)	
			110 Vol.	220 Vol.
6.000	1.758,43	1,76	15,99	7,99
12.000	3.516,85	3,52	31,97	15,99
18.000	5.275,28	5,28	47,96	23,98
24.000	7.033,71	7,03	63,94	31,97
36.000	10.550,56	10,55	95,91	47,96
60.000	17.584,27	17,58	159,86	79,93

Fuente. Elaborado Ontiveros Muñoz (2021)

4.2. Análisis de los diferentes tipos de energías alternas

Para hablar de energías alternas, hay que primero decir, que existen dos (02) fuentes; la energía convencional o no renovable y la energía renovable Donde:

➤ La energía convencional o no renovable, es aquella que se encuentra en la naturaleza en cantidad limitada. Esta está englobada en dos (02) categorías, según su extracción: los combustibles fósiles y los nucleares. Pese a que son altamente contaminantes, debido a la generación de emisiones y residuos, las mismas engloban el 80 % de la energía usada mundialmente. Estas fuentes de energía, se encuentran en determinadas zonas o regiones del planeta, por lo que su extracción y uso depende históricamente del comercio, colaboración y del entorno internacional.

➤ Las energías renovables son todas aquéllas que se han divulgado más recientemente, las cuales tiene como fuente material que se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, es decir, son inagotables o se reproducen rápidamente, las mismas contaminan en menor proporción.

En la tabla 3, se pueden observar algunas de las características de los tipos de energía y en la figura 18, fuentes de energía.



Figura 18. Fuentes de energía
Fuente. cuadros-comparativos.com

Tabla 3 Características de los tipos de energía

RENOVABLE	CONVENCIONAL
Limpias	Contaminan
Inagotables	Limitadas
Autóctonas	Provocan dependencia exterior
Sin residuos	Generan residuos
Equilibran desajustes interterritoriales	Utilizan tecnología o recursos importados

Fuente. Elaborado Ontiveros Muñoz (2021)

4.2.1 Tipos de fuentes de energías alternas, renovables, limpias o verdes

Las energías alternas, renovables, limpias o verdes, son todas aquellas que provienen de una fuente natural, son recursos limpios y casi inagotables. Existe una gran variedad de energías renovables, y a grandes rasgos sus distintos tipos se pueden distinguir en función de la energía final conseguida a partir de ellas: energía eléctrica, energía térmica y biocarburantes, entre otros. Es por ello que existen diferentes fuentes de energía renovable, y la misma va a depender del o de los recursos naturales utilizados para la generación de energía. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), existen estos tipos de energía:

➤ **Biocarburante.** Los biocarburantes son combustibles líquidos o gaseosos producidos a partir de materias primas biológicas vegetales o animales. Son la principal fuente de energía renovable y no agotable utilizada en el transporte en varios países. Su uso ayuda a reducir la dependencia energética del petróleo y sus importantes daños medioambientales. Los dos principales biocarburantes son actualmente el biodiesel y el bioetanol.

¿Qué es el biodiesel?

El biodiesel es un biocarburante líquido que sustituye al gasóleo fósil. Se obtiene a partir de aceites vegetales frescos de colza, soja o palma, entre otros, y aceites

de cocina usados y grasas animales. El biodiesel se utiliza en motores Diesel mezclado con gasóleo fósil en distintas proporciones o en estado puro.

¿Qué es el bioetanol?

El bioetanol es un biocombustible líquido que sustituye a la gasolina fósil. Se obtiene principalmente a partir de materias primas ricas en azúcar o almidón como, por ejemplo, la caña de azúcar o los cereales. Recientemente, se ha empezado a fabricar también a partir de residuos agrícolas, forestales o urbanos. El bioetanol se utiliza en motores de gasolina mezclado con ésta en distintas proporciones.

La utilización de los biocombustibles disminuye la dependencia energética de los combustibles fósiles en el sector del transporte, sin que sea necesario para ello la introducción de nuevas tecnologías en vehículos, dado que los biocombustibles se pueden utilizar mezclados con combustibles fósiles en los mismos motores de combustión interna que funcionan con Diesel y gasolina.

➤ **Biomasa.** En el contexto energético, la biomasa puede considerarse como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Estos recursos biomásicos pueden agruparse de forma general en agrícolas y forestales. También se considera biomasa la materia orgánica de las aguas residuales y los lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y otros residuos derivados de las industrias

El aprovechamiento de la biomasa tiene múltiples usos, entre los que se pueden mencionar: generación eléctrica, calefacción, agua caliente sanitaria, entre otros.

➤ **Biogás.** El biogás es una energía alternativa producida biodegradando materia orgánica, mediante microorganismos, en dispositivos específicos sin oxígeno, así se genera un gas combustible que se utiliza para producir energía eléctrica.

➤ **Eólica.** Es el aprovechamiento de la energía cinética que posee una masa de aire, la misma es casi tan antigua como las civilizaciones, ya que ha sido utilizada por el hombre desde tiempos remotos, en actividades tales como: impulsar sus barcos mediante velas o para hacer funcionar molinos, tanto para moler grano como para bombear agua y en el siglo XX se comenzó a utilizar para la producción eléctrica

y para finales del mismo siglo se incrementó el uso de esta gracias al desarrollo tecnológico y al incremento de su competitividad en términos económicos.

La energía eólica (ver figura 19), es una de las muchas historias de éxito en el desarrollo renovable. Con una implantación gradual, esta tecnología ha generado una importante industria a la vez que ha reducido significativamente sus costes de generación.



Figura 19. Energía eólica

Fuente. <https://tintero.com.ar/>

➤ **Mareomotriz.** Se conoce como energía marina al conjunto de tecnologías que aprovechan la energía de los océanos. El mar tiene un gran potencial energético, que se manifiesta principalmente en las olas, las mareas, las corrientes y en la diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo marino. El aprovechamiento de la energía marina no genera impactos ambientales ni visuales considerables y constituye un recurso energético con gran capacidad de predicción.

Sin embargo, las condiciones hostiles del mar, la fuerza del oleaje y de la corrosión marina, así como la necesidad de contar con mecanismos para trasladar la energía a tierra, hacen que esta tecnología requiera de grandes inversiones y que aún esté, salvo alguna excepción, en fase precomercial.

➤ **Hidráulica.** Es el aprovechamiento de la energía cinética de una masa de agua. El agua mueve una turbina cuyo movimiento de rotación se transfiere, mediante un eje, a un generador de electricidad. Hasta mediados del siglo XX la energía hidráulica fue la principal fuente para la producción eléctrica a gran escala.

En las centrales de agua fluyente el esquema básico de las mismas cuenta con los siguientes elementos: un azud o presa de derivación, que desvía parte del caudal a través de un canal o tubería hacia una cámara de carga; desde esta parte una tubería forzada que conduce el agua hasta la turbina. Ésta se encuentra en el edificio de la central junto con el generador eléctrico y los elementos auxiliares. Por último, un canal de descarga devuelve el agua al cauce del río.

La potencia de una central hidroeléctrica va a depender del caudal que pueda turbinar y del salto, es decir, de la diferencia de cotas del agua a la entrada y la salida de la central. En función de dichos parámetros (salto y caudal) se elegirá el tipo de turbina más adecuada.

➤ **Solar**, Se trata de la energía obtenida directamente del Sol (que es, al mismo tiempo, origen de todas las energías renovables). En función del mecanismo de aprovechamiento que se utilice se podrá obtener calor o electricidad (ver figura 16):

✓ La energía solar fotovoltaica: se trata del aprovechamiento de la energía que procede del Sol y su transformación en energía eléctrica. La corriente eléctrica producida podrá ser directamente consumida, almacenarse en baterías o acumuladores o adaptarse para su incorporación a la red eléctrica. Una de las principales virtudes de la tecnología fotovoltaica es su aspecto modular, ya que se pueden construir desde pequeñas plantas hasta enormes plantas fotovoltaicas, en suelo o en las cubiertas de techo.

✓ La energía solar térmica: consiste en aprovechar la energía que se recibe del Sol para la obtención de calor, pudiéndose utilizar para climatizar edificios, producir agua caliente o para aplicaciones industriales. La tecnología actual permite que las instalaciones solares térmicas precisen de un mantenimiento mínimo y dispongan de sistemas de control para su seguimiento remoto, ofreciendo así todas las garantías en materia de seguridad y comodidad de uso

✓ La energía solar termoeléctrica: es la que utiliza lentes o espejos y dispositivos de seguimiento solar para concentrar la radiación solar incidente en una superficie reducida. Esta concentración permite obtener altas temperaturas y, en correspondencia, altas eficiencias termodinámicas de

conversión en trabajo. El calor que se obtiene en este proceso se transfiere normalmente a un fluido que, pasando a través de una turbina, acoplada a un generador, produce electricidad.

Entre los distintos sistemas de concentración solar se han desarrollado tres tipos de tecnologías. Centrales de Colectores Cilindro-Parabólicos. Están formadas por colectores de espejo en forma de canal con sección parabólica que reflejan la luz solar en un tubo situado en la línea focal del canal, el cual contiene el fluido de transferencia del calor. Este fluido es calentado a unos 400°C, con relaciones de concentración solar de entre 30 a 80, siendo transferido a un fluido que alimenta una turbina convencional que genera electricidad. (ver figura 20)



Figura 20. Energía Solar

Fuente. <https://ingeoexpert.com/>

➤ **La energía geotérmica.** Es un tipo de energía renovable que almacena el interior terrestre en forma de calor (fuente de energía inagotable y no contaminante). Energía alternativa que nace en el corazón de la tierra, es decir, esta es la que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor, pues suelen encontrarse a 100 o 150 grados centígrados.

En el cuadro 1 se pueden observar las características de los diferentes tipos de energías alternas, renovables, limpias o verdes. Energías renovables, (ver figura 21)



Figura 21. Fuentes de energía renovables
Fuente. Cuadrocomparativo.org

Cuadro 1. Cuadro comparativo de las energías alternas

TIPO DE ENERGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	OBSERVACIONES
Hidráulica	Renovable; Poco contaminante; Alto poder de producción energética	Alto costo de la infraestructura; Afecta ecológicamente los ríos, depende de la hidroafluencia anual	Aprovechamiento del excedente de agua (riego, abastecimiento de poblaciones); Es la más empleada entre las fuentes de energías renovables
Solar	Inagotable; no contaminante	Sistema de captación grandes y costosos; es discontinua y aleatoria; grandes extensiones para las baterías de almacenamiento	Grandes posibilidades de desarrollo en el futuro
Eólica	Inagotable; no contaminante; barata	Es discontinua; El viento causa inconvenientes de infraestructura	Gran posibilidad de desarrollo futuro
Carbón y petróleo	Infinidad de utilidades; Abastece a la mayoría de la población e industrias de energía	Es contaminante; No renovable	Investigaciones en el desarrollo de combustible sintético
Gas	Gran poder calorífico; Escasa contaminación; Centrales de rápida respuesta a los picos de consumo	No renovable; Muy costosa; No puede sostener grandes demandas	Producción en masa de biogás
Fisión nuclear	Prácticamente inagotable; Otorga grandes cantidades de energía	Extremadamente radiactivo; Posibilidad de desastre nuclear	Posibilidad de reutilizar los desechos nucleares
Fusión nuclear	Fuente inagotable; No contaminante	Requiere grandes cantidades de energía; Falta de tecnología para desarrollar centrales eficientes	Investigaciones en la mejora de la central de fusión; Investigación de la fusión en frío

Fuente. Energías renovables, elaborado por Ontiveros Muñoz (2021)

4.3 Determinar cuál de las energías alternas existentes, es la más idónea para usarse como medio alternativo en el sistema eléctrico para diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton).

Una vez estudiadas y analizadas las características de los diferentes tipos de energía alternas, se procedió a definir los criterios para la selección del tipo de energía alterna más idóneo tomando como base los citados por EURE (2018), para el sistema eléctrico de los a/a, y estos criterios se pueden observar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Criterios para la selección de energías alternas

DIMENSIÓN	CRITERIOS
Técnico	Eficiencia
	Disponibilidad de fuente primaria
	Madurez de la tecnología
	Obstáculos urbanos y disponibilidad de área
	Integración arquitectónica
Económico	Inversión inicial
	Costo de operación y mantenimiento
	Costo de energía
Ambiental	Calentamiento global
	Acidificación
	Eutrofización
Sociopolítico	Empleo
	Aceptabilidad social
	Compatibilidad con las políticas internacionales, regionales o locales

Fuente. EURE, adaptado por Ontiveros Muñoz (2021)

➤ **Dimensión técnica.** Estos están relacionados con las características tecnológicas:

Eficiencia. Relación entre la energía de salida y la energía contenida en la fuente primaria. Indica, cuánta energía puede obtenerse luego de la conversión energética.

Disponibilidad de fuente primaria. Existencia y potencial del recurso primario, el cual depende de las particularidades de la región entre las que se pueden mencionar: ubicación geografía, clima, entre otros.

Obstáculos urbanos y disponibilidad de área. Este tiene que ver con la ubicación del sistema seleccionado, es decir, el área para la instalación.

Integración arquitectónica. Este criterio tiene que ver con el aspecto visible de la instalación, es decir, si modifica o no el espacio urbano, en otras palabras, si son tecnologías poco invasivas como la solar, al momento de masificarse causa impacto visual y pueden ser restringidas en edificaciones de valor arquitectónico; no obstante, existen alternativas en desarrollo para mimetizarlas.

Madurez tecnológica. Esto tiene que ver con el grado de desarrollo y nivel comercial, en otras palabras, si son de fácil adquisición.

➤ **Dimensión económica.** Es todo lo relacionado al costo de adquisición, instalación y mantenimiento. El criterio de valorar solamente tecnologías puede ser insuficiente para la toma de decisiones, pues hay alternativas como la fotovoltaica, solar térmica incluso eólica que pueden masificarse y exigir mayor inversión, mientras que las tecnologías mini hidroeléctrica, mareomotriz, biomasa o biogás están condicionadas a pocas plantas, requiriéndose normalmente menor inversión.

➤ **Dimensión ambiental.** Las energías alternativas, renovables o limpias, producen bajas o ninguna emisión de gases, calentamiento global (CO₂).

Acidificación. El dióxido de azufre provoca lluvia ácida, causante de afecciones a ecosistemas y a la salud.

Eutrofización. La quema de combustibles fósiles produce óxidos de nitrógeno, que propician un exceso de nutrientes que se depositan en el agua o en el suelo. Esto provoca un aumento de la producción primaria o biomasa y un decremento de otras especies.

➤ **Dimensión social.** El uso de energías renovables o tecnologías renovables, deben ser tomadas en cuenta en las legislaciones, en el caso de Venezuela la Ley del Usos Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, ya la menciona y hace referencia al uso de las mismas, para la disminución del consumo en las grandes empresas e industrias, así como en las instituciones de educación universitaria. Este tipo de tecnología, genera fuentes de empleo, concientización hacia el uso de este tipo de energías, y la inclusión de este tipo de tecnología en las políticas locales.

4.3.1 Propuestas de alternativa para el tipo de energía alterna a usar en los A/A

Cuadro 3 Propuestas tipos de energía

ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
ENERGÍA EÓLICA	ENERGÍA SOLAR	BIOMASA
Aerogeneradores	Paneles solares.	Caldera
Área de instalación	Soportes para su instalación.	Tanque de combustible
Inversor	Inversor	Tuberías
Reguladores	Regulador	Inversor
Baterías	Baterías	Regulador
		Baterías

Ontiveros Muñoz (2021)

4.3.1.1 Esquema de las alternativas

A continuación, se muestran los esquemas de las tres alternativas

ALTERNATIVA I

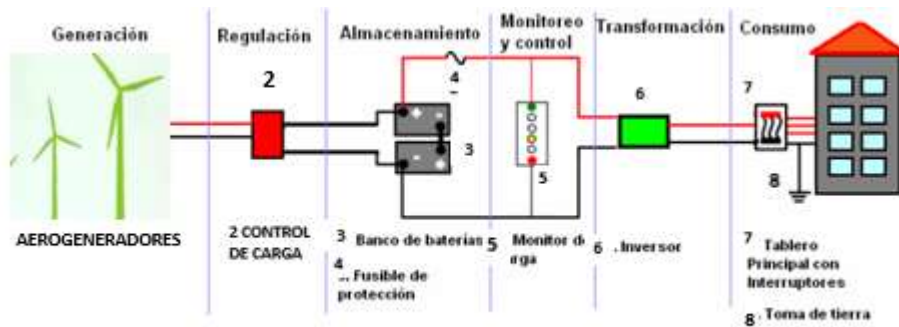


Figura 22 Esquema Energía eólica
Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

ALTERNATIVA II

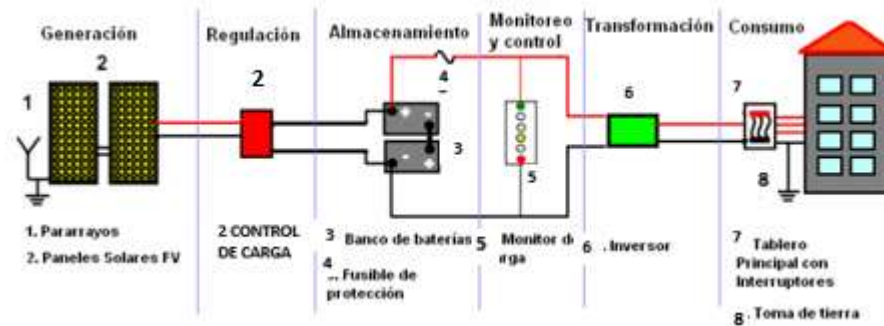


Figura 23 Energía solar FV
Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

ALTERNATIVA III

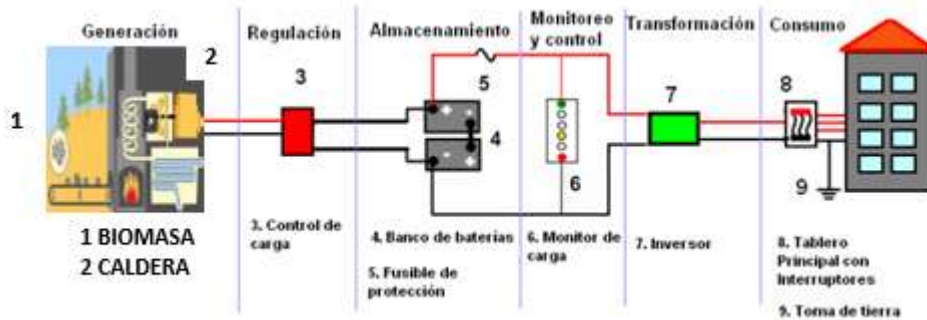


Figura 24 Energía de biomasa
Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

4.3.1.2 Lista de criterios y restricciones

Cuadro 4 Lista de criterios y restricciones

CRITERIOS Ci	RESTRICCIONES Ri
C1 Costo de instalación	R1 Energía renovable
C2 Disponibilidad de fuente primaria	R2 Dimensiones de los Equipos a usar
C3 Disponibilidad de área .	R3 Aspectos visibles de la instalación.
C4 Facilidad de adaptación.	R4 Fácil obtención de la materia prima
C5 Diseño estético.	
C6 Calidad de la materia prima	

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

4.3.1.3. Aplicación de restricciones vs posibles soluciones

Se procede a evaluar las alternativas de solución con las restricciones planteadas

Cuadro 5 Evaluación de restricciones vs. Posibles Soluciones.

	POSIBLE SOLUCIONES			
		A I	A II	A III
RESTRICCIONES	R1	si	si	si
	R2	no	si	si
	R3	si	si	si
	R4	si	si	si

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Como se puede observar, la alternativa I no cumple con la segunda restricción. Según el método de Vilches, las alternativas II y III serán evaluadas aplicando la ponderación de criterios. A continuación, la tabla 4 muestra el orden de ponderación seleccionadas.

Tabla 4 Ponderación de criterios

CRITERIOS	DESCRIPCIÓN	ORDEN DE IMPORTANCIA
C1	Costo de instalación	7
C2	Disponibilidad de espacio	6
C3	Disponibilidad de fuente primaria	5
C4	Poca contaminación al ambiente	4
C5	Diseño estético.	3
C6	Almacenamiento de energía	2

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Cuadro 6 Parámetros de puntuación

1	No cumple con el criterio a evaluar.
2	No cumple totalmente con la expectativa generada por el criterio.
3	Cumple totalmente con el criterio a evaluar.

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Tabla 5 Ponderación de criterios de acuerdo a criterios de selección

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A II	3	3	2	3	3	2
A III	3	1	2	2	2	2

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Tabla 6 Evaluación de soluciones

	EVALUAR SOLUCIONES	TOTAL PUNTOS
A II	$3x7 + 3x6 + 2x5 + 3x4 + 3x3 + 2x2$	74
A III	$3x7 + 1x6 + 2x5 + 2x4 + 2x3 + 2x2$	55

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Se puede observar que, de acuerdo al método de Vilches, la alternativa seleccionada es la II, que representa la energía solar fotovoltaica.

4.3.2 Elementos de una ISF

Los elementos de una instalación solar fotovoltaica, según la página en internet <http://edii.uclm.es/~arodenas/Solar/>, básicamente está conformado por: módulo fotovoltaico; regulador; inversor; baterías (acumulador) y carga, como se aprecia en la figura 25.

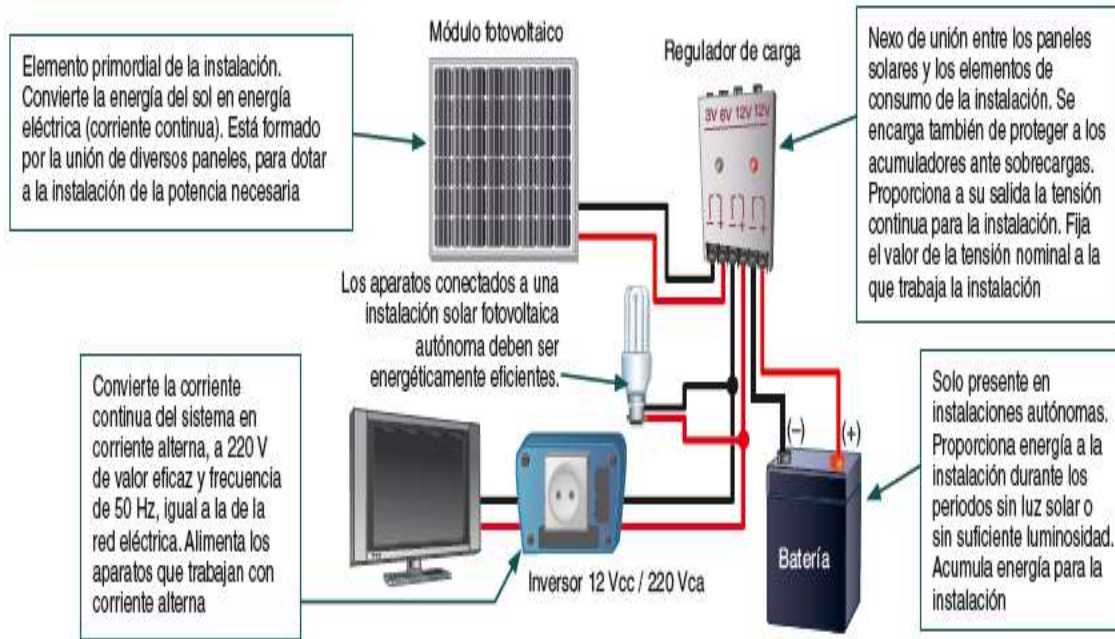


Figura 25. Componentes y/o elementos de un ISF

Fuente. <http://edii.uclm.es/~arodenas/Solar/>

a) Célula solar.

Es el elemento principal de una instalación solar, también conocido como generador, ya que es el que cata los fotones provenientes de la luz solar y los convierte en electricidad. Esto lo hace mediante el efecto fotovoltaico. Las células solares están provistas al igual que los diodos por una capa P, la cual esta oculta al sol y una capa N que recibe los rayos solares o la luz solar. Los terminales de las celdas están conectados a cada una de estas placas, ambas placas están completamente metalizadas la N se diferencia de la P porque tiene forma de peine y está en la parte exterior como se observa en la figura 26.

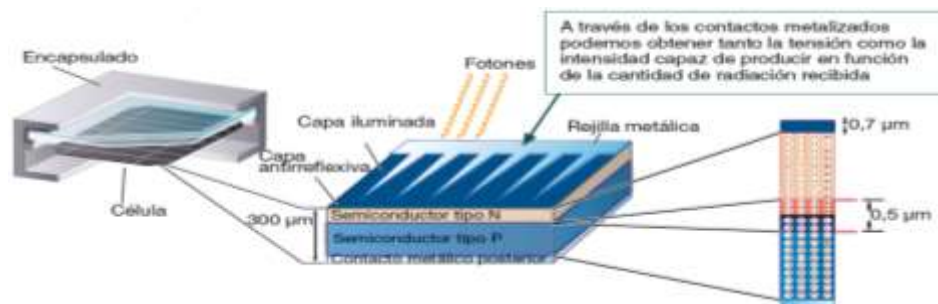


Figura 26. Estructura de una célula solar

Fuente. <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/.pdf>

b) Tipos de paneles solares

Los tipos de paneles solares depende de la tecnología de fabricación y estos pueden ser: de silicio cristalino (mono o policristalinos) o de silicio amorfo. En la figura 27 se pueden apreciar los tipos y sus diferencias.

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24%	15-18%	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16%	< 10%	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Figura 27 Tipo de paneles solares y sus diferencias

Fuente. Catálogo de fabricante

El fabricante también proporciona la variación de los parámetros de acuerdo a la temperatura.

Tabla 7. Coeficientes de temperatura

Coeficiente de Potencia	$T_k (P_{mpp})$	-0.44 % °C
Tensión en vacío	$T_k (V_{OC})$	-126 mV/°C
Corriente cortocircuito	$T_k (I_{sc})$	2.1 mA/°C

Fuente. Catálogo del fabricante, elaborado por Ontiveros Muñoz (2021)

De acuerdo a la tabla 7 la potencia disminuye en un 0.44 % cada °C que la temperatura aumenta catálogo

c) Conexión de paneles solares.

La conexión de los paneles va a depender del tipo de instalación y de la aplicación, para ello se puede usar un panel o varios paneles. La agrupación de paneles se utiliza mayormente cuando se requiere altas potencias. En la tabla 8 se muestran las características

Tabla 8. Características de los paneles solares

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS						
Modelo	N° de células	Potencia en prueba +/- 10%	I pto. De máxima Potencia	V pto. De máxima Potencia	I_{CC}	V_{CC}
A-5	36 1/6 de 3.3"	5 W	0.29 A	17 V	0.34 A	21.6 V
A-10	36 1/3 de 3.3"	10 W	0.59 A	17 V	0.59 A	21.6 V
A-20	30 1/2 de 4"	20 W	1.18 A	17 V	1.40 A	21.6 V

Fuente. Catálogo del fabricante, elaborado por Ontiveros Muñoz (2021)

d) Regulador.

Para un mejor funcionamiento de la instalación fotovoltaica se debe tener un regulador de carga entre los paneles y las baterías. El cual va a trabajar para la carga y evitar la sobrecarga de las baterías. Este asegura o garantiza que las baterías acumulen la carga suficiente y evitar la sobrecarga, y en la descarga se debe asegurar que reciban

el suministro de energía eléctrica necesaria para garantizar que no se descarguen completamente, en la figura 28 se puede observar la conexión del regulador.



Figura 28. Conexión del regulador

Fuente. <https://www.mheducation.es>

e) Baterías

Estas se clasifican de acuerdo a la tecnología de fabricación y del electrolito utilizado, en la figura 29, se pueden apreciar algunos tipos de batería.

Tipo de batería	Tensión por vasa (V)	Tiempo de recarga	Autodescarga por mes	N.º de ciclos	Capacidad (por tamaño)	Precio
Plomo-ácido	2	8-16 horas	< 5%	Medio	30-50 Wh/kg	Bajo
Ni-Cd (níquel-cadmio)	1,2	1 hora	20%	Elevado	50-80 Wh/kg	Medio
Ni-Mh (níquel-metal hidruído)	1,2	2-4 horas	20%	Medio	60-120 Wh/kg	Medio
Li ion (ión litio)	3,6	2-4 horas	6%	Medio-bajo	110-160 Wh/kg	Alto

Figura 29. Tipos de baterías u acumuladores

Fuente. Catálogo de fabricante

Otro tipo de baterías comúnmente usadas en las instalaciones fotovoltaicas son las de plomo-ácido, debido a sus características, se pueden ver en la figura 30.


TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
Tubular estacionaria	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclado profundo. • Tiempos de vida largos. • Reserva de sedimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio elevado. • Disponibilidad escasa en determinados lugares. 	
Arranque (SLI, automóvil)	<ul style="list-style-type: none"> • Precio. • Disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes. • Tiempo de vida corto. • Escasa reserva de electrolito. 	
Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación similar a SLI. • Amplia reserva de electrolito. • Buen funcionamiento en ciclados medios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de vida medios. • No recomendada para ciclados profundos y prolongados. 	
Gel	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremas de VL. 	

Figura 30. Baterías de Plomo-Acido

Fuente. Catálogo del fabricante

Para instalaciones donde con descargas profundas e instalaciones autónomas, se recomienda el uso de baterías tubulares estacionarias. Si la instalación es de pequeña dimensión y/o de difícil mantenimiento se recomiendan baterías de gel. A la hora de la selección de las baterías u acumuladores hay que tener en cuenta la temperatura, dado a que la capacidad de las mismas aumenta con la temperatura y viceversa.

f) **El inversor.**

Como su nombre lo indica, este es el encargado de convertir la corriente continua de la instalación fotovoltaica en corriente alterna, 110, 220 de valor eficaz y una frecuencia de 60 Hz. Este es imprescindible en toda instalación solares conectadas o no a la red eléctrica. En la figura 31 se observa el inversor en una ISF autónoma y en la figura 32 conectado a la red eléctrica.

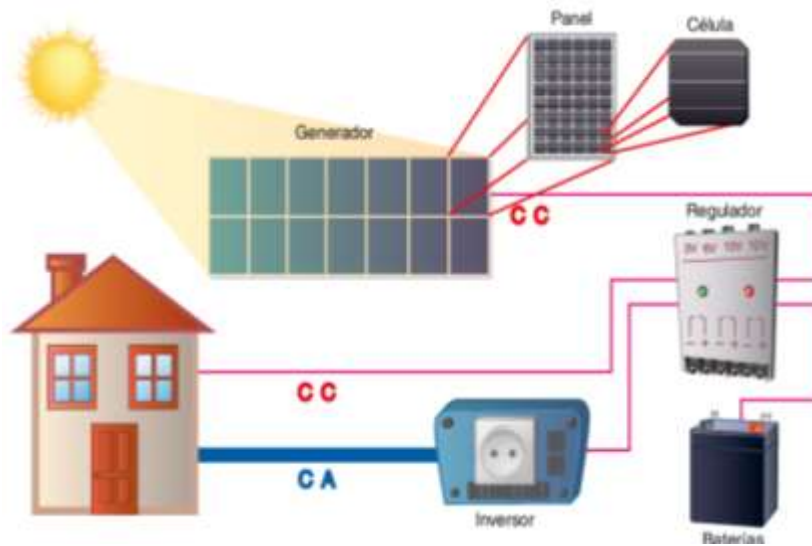


Figura 31. Instalación solar autónoma con inversor
Fuente. <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=2705>

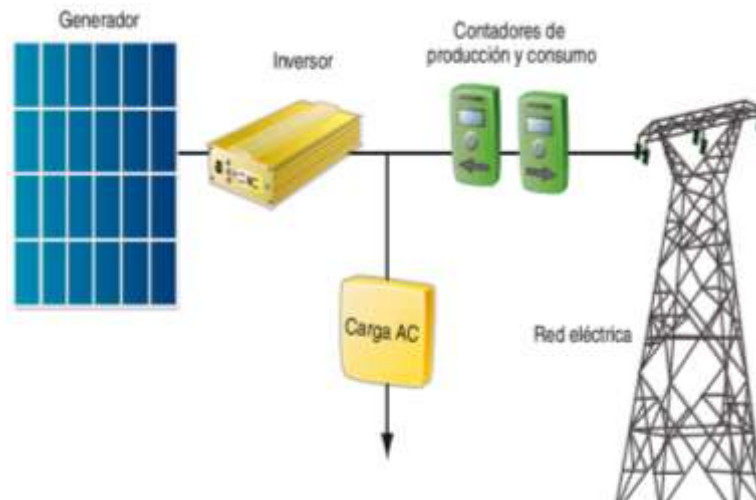


Figura 32. Instalación solar conectada a la red
Fuente. <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=2705>

Los parámetros a tomar en cuenta a la hora de seleccionar el inversor son:

- ✓ Alta eficiencia. Lo que quiere decir, que debe funcionar para un rango variado de potencia.
- ✓ Bajo consumo en vacío. Esto está relacionado, a cuando no hay cargas conectadas.
- ✓ Alta fiabilidad. Esto tiene que ver, con la resistencia a los picos de arranque.

- ✓ Protección contra cortocircuitos.
- ✓ Seguridad
- ✓ Buena regulación de tensión y frecuencia de salida. Es decir, compatible con la red eléctrica y/o carga.

Nota: Hoy en día se consiguen inversores que también son reguladores de voltaje, por lo que no sería necesario la instalación del regulador, como se ve en la figura 33.

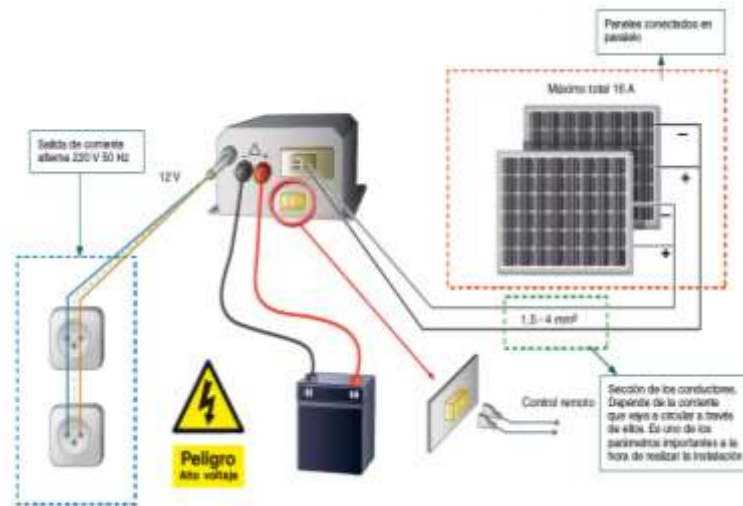


Figura 33. Instalación solar con inversor-regulador

Fuente. <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/>

En la figura 34, se presenta el análisis de las características de un inversor.

Model SI	612 624 648	812 824	1212 1224 1248	1624	2324 2348	3324 3348	3548
Input voltage (Unom) [V]	12/24/48	12/24	12/24/48	24	24V/48	24	48
Nominal power [W]	600	800	1200	1600	2300	3300	3500
« Standby » current [mA]	25/21/10	25/21	25/21/12	21	25/17	25	30
Power « ON » no load [W]	2.6	2.8	4.8	5.8	9	13	17
Power « ON » no load [W] TWIPOWER system	-----	-----	< 0.5	< 0.5	< 0.6	< 0.7	< 0.8
Maximum efficiency [%]	91	92	93 - 95	93 - 95	95	95	95
Length L x 124 (H) x 215 (W) [mm]	276	276	391	391	591	636	791
Weight [kg]	6.9	10.4	13.2	15.2	27	30	38

Tensión de entrada:
debe coincidir con la tensión nominal de las baterías

Potencia nominal:
es la potencia que es capaz de entregar el inversor a la instalación. Siempre será mayor que la que hayamos calculado como consumo de los equipos que van a funcionar en alterna

Corriente en reposo

Rendimiento máximo: importante, porque nos indicará la potencia real entregada por el convertor, que siempre es menor que la potencia nominal del mismo. Es un factor a tener en cuenta cuando hagamos el dimensionado de la instalación

Potencia en vacío, cuando no hay carga conectada

Figura 34 Interpretación de las características del inversor

Fuente. <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/>

Para la selección de los componentes de sistema solar fotovoltaico y el diseño del mismo como medio de energía alternativa para el sistema eléctrico de los diferentes tipos de aires acondicionados (A/A) hasta cinco toneladas (5 Ton), se hizo necesario realizar los siguientes cálculos:

4.3.3 Obtención de la radiación solar.

Para el estudio se seleccionó la ciudad de Valencia, y la radiación solar promedio mensual, de acuerdo a la estación meteorológica Cajigal, ubicada en Caracas, con más de 35 años de experiencia, se muestran en la tabla 9. Datos correspondientes al promedio diario mensual de la irradiación global sobre una superficie horizontal, con un promedio diario anual de 4,43 kW-h/m².

Tabla 9

Radiación promedio

Mes	Radiación
Enero	4,40
Febrero	4,55
Marzo	5,01
Abril	4,54
Mayo	4,39
Junio	4,56
Julio	4,68
Agosto	4,62
Septiembre	4,58
Octubre	4,10
Noviembre	3,83
Diciembre	3,86
Anual	4,43

Radiación solar promedio

Fuente. Estación meteorológica Cajigal.

4.3.4 Radiación incidente sobre el plano inclinado (determinación del ángulo de inclinación de los paneles solares)

La radiación incidente depende directamente de la latitud de la zona o lugar donde se va ubicar el sistema solar fotovoltaico, la cual varía durante el año y al ángulo de inclinación de los paneles solares, por lo que los fabricantes recomiendan cambiar este ángulo dependiendo de la época del año, situación que no afecta a Venezuela debido a la ubicación geográfica, dado a que está cerca del ecuador. Lo que quiere decir, que el ángulo de inclinación de los paneles solares para la incidencia de radiación solar no constituye un impacto significativo.

Tomando en cuenta la información de J. A. Manrique, de la radiación solar promedio mensual y anual (ver tabla 10) en la superficie inclinada, se puede observar que la variación no es significativa para ninguno de los ángulos, es por ello que se seleccionó la radiación solar (I) para un ángulo de 15°, ya que este ángulo permite la auto limpieza, lo que evitará la acumulación de suciedad (ver figura 35).



Figura 35. Ángulo de inclinación de los paneles solares.

Fuente. <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares>

El ángulo de inclinación de los paneles solares y la orientación azimut (desviación respecto al sur) son datos que se deben tener en cuenta a la hora de instalar un sistema fotovoltaico, ya que los mismos pueden afectar el rendimiento y a la captación de la energía solar, aun y cuando son aceptadas pequeñas desviaciones, teniendo presente que los sistemas solares nunca se deben orientar hacia el norte

Tabla 10

Radiación promedio mensual que incide en una superficie inclinada (I)

Angulo(°)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
0	4,890	5,020	5,520	5,000	4,830	5,020	5,150	5,080	5,040	4,520	4,250	4,310	4,886
1	4,930	5,050	5,530	4,990	4,820	5,000	5,130	5,070	5,040	4,540	4,280	4,340	4,893
2	4,960	5,070	5,540	4,990	4,800	4,970	5,110	5,060	5,050	4,550	4,300	4,370	4,898
3	4,990	5,100	5,550	4,980	4,790	4,950	5,090	5,050	5,050	4,570	4,320	4,400	4,903
4	5,020	5,120	5,560	4,970	4,770	4,920	5,060	5,040	5,060	4,580	4,350	4,420	4,906
5	5,050	5,140	5,570	4,970	4,750	4,900	5,040	5,030	5,060	4,590	4,370	4,450	4,910
6	5,080	5,160	5,570	4,960	4,730	4,870	5,010	5,010	5,060	4,600	4,390	4,480	4,910
7	5,100	5,180	5,580	4,950	4,710	4,840	4,980	5,000	5,060	4,610	4,410	4,500	4,910
8	5,130	5,190	5,580	4,930	4,690	4,810	4,960	4,980	5,060	4,620	4,430	4,520	4,908
9	5,150	5,210	5,580	4,920	4,670	4,780	4,930	4,960	5,050	4,630	4,440	4,550	4,906
10	5,180	5,220	5,580	4,910	4,640	4,750	4,900	4,940	5,050	4,640	4,460	4,570	4,903
11	5,200	5,240	5,580	4,890	4,620	4,720	4,870	4,920	5,050	4,650	4,480	4,590	4,901
12	5,220	5,250	5,580	4,880	4,590	4,690	4,830	4,900	5,040	4,650	4,490	4,610	4,894
13	5,240	5,260	5,580	4,860	4,560	4,650	4,800	4,880	5,030	4,650	4,500	4,620	4,886
14	5,260	5,270	5,570	4,840	4,540	4,620	4,770	4,850	5,020	4,660	4,520	4,640	4,880
15	5,270	5,280	5,570	4,820	4,510	4,580	4,730	4,830	5,010	4,660	4,530	4,660	4,871
16	5,290	5,280	5,560	4,800	4,480	4,540	4,700	4,800	5,000	4,660	4,540	4,670	4,860
17	5,300	5,290	5,550	4,780	4,450	4,510	4,660	4,780	4,990	4,660	4,550	4,680	4,850
18	5,310	5,290	5,540	4,760	4,420	4,470	4,620	4,750	4,980	4,660	4,550	4,700	4,838
19	5,330	5,300	5,530	4,730	4,390	4,430	4,580	4,720	4,960	4,660	4,560	4,710	4,825
20	5,340	5,300	5,510	4,710	4,350	4,390	4,540	4,690	4,950	4,650	4,570	4,720	4,810
25	5,370	5,290	5,430	4,570	4,170	4,170	4,330	4,520	4,850	4,620	4,580	4,750	4,721
30	5,360	5,250	5,320	4,410	3,980	3,940	4,100	4,330	4,730	4,560	4,560	4,750	4,608
35	5,330	5,170	5,170	4,220	3,760	3,690	3,850	4,120	4,580	4,470	4,520	4,730	4,468
40	5,260	5,070	4,990	4,010	3,520	3,430	3,580	3,890	4,400	4,360	4,450	4,670	4,303
41	5,240	5,040	4,950	3,960	3,470	3,380	3,530	3,840	4,360	4,330	4,440	4,660	4,267
42	5,220	5,020	4,910	3,920	3,430	3,320	3,470	3,790	4,320	4,310	4,420	4,650	4,232
43	5,200	4,990	4,870	3,870	3,380	3,270	3,420	3,740	4,280	4,280	4,400	4,630	4,194
44	5,180	4,960	4,830	3,820	3,330	3,210	3,360	3,690	4,240	4,250	4,380	4,610	4,155
45	5,160	4,930	4,780	3,780	3,270	3,160	3,300	3,640	4,200	4,220	4,360	4,590	4,116

Fuente. Manrique, Energía Solar, adaptado por Ontiveros Muñoz (2021)

De la tabla 10 se extrae que la radiación solar promedio mensual para un plano inclinado de 15°, se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11

Radiación solar (I) para un ángulo de 15°

Mes	I
Enero	5,27
Febrero	5,28
Marzo	5,57
Abril	4,84
Mayo	4,51
Junio	4,58
Julio	4,73
Agosto	4,83
Septiembre	5,01
Octubre	4,66
Noviembre	4,53
Diciembre	4,66
Prom. anual	4,87

Fuente. Manrique, Energía Solar, elaborado por Ontiveros Muñoz (2021)

El promedio de las horas solar pico (HSP) se obtienen de la tabla 11, que sería dividir la radiación solar incidente (I) entre 1 kW/m²

$$\text{HSP} = 4.87 \text{ kWh/m}^2 / 1 \text{ kW/m}^2$$

$$\text{HSP} = 4,87 \text{ h} \approx 5 \text{ h}$$

4.3.5 Estudio de carga para los diferentes tipos de aire acondicionado.

Ya obtenida la radiación solar incidente promedio y las horas solar pico, se procede a realizar el estudio de carga para los diferentes aires acondicionados. De acuerdo a sus características eléctricas, y a un factor de protección que en este caso se utilizó 1,3 el cual permite resguardar los equipos y componentes eléctricos en el momento del arranque donde el amperaje es considerablemente mayor; lo que se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12

Potencia de los A/A

BTU	Watts	Potencia corregida (Watts)
12.000	3.519	4.575
18.000	5.279	6.862
36.000	10.557	13.724
60.000	17.595	22.874

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

En cuanto la autonomía, se estimó por lo menos 4 horas diarias, es decir, en caso de falla del suministro de la energía eléctrica, y esta se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Ea/a = Pa/a * horas \text{ (S5)}$$

En la tabla 13, se observan los valores obtenidos

Tabla 13 kWh * tipo de A/A

BTU	Watts	Potencia corregida (Watts)	horas de autonomía	E diaria (Wh)
12.000	3.519	4.575	4	18.300
18.000	5.279	6.862	4	27.449
36.000	10.557	13.724	4	54.897
60.000	17.595	22.874	4	91.496

4.3.6 Diseño del sistema solar fotovoltaico.

4.3.6.1 Selección del panel solar.

En la revisión bibliográfica realizada específicamente en las tesis consultadas, se pudo observar que el panel más utilizado es el de 180 Wp, dado a que era el de mayor utilización, hoy en día ya hay paneles en el mercado con mayor potencia pico, lo que disminuye la cantidad de paneles, es por ello que se seleccionó uno de 500 Wp., y módulos solares de diferentes vatiajes. Con esta información se procedió a realizar el cálculo de la energía que suministra cada panel, la cual se determina por medio de la siguiente expresión matemática:

$$Egen = Pgen * HSP * \eta \text{ pérdidas} \text{ (S6)}$$

Donde:

E: Energía producida.

HSP: Horas solar pico.

$\eta_{\text{pérdidas}}$: Rendimiento energético del sistema, que en este caso se va a considerar el 90 %

$$E_{\text{gen}} = 500 \text{ Wp} * 4,87 \text{ h} * 0,9$$

$$E_{\text{gen}} = 2.192 \text{ Wp}$$

Las características del panel solar se pueden observar en la tabla 14 y su imagen en la figura 36.

Tabla 14 Características del panel solar.

MODELO: BSM500M-96	UNIDADES
Potencia máxima nominal	500 W
Voltaje de circuito abierto (Voc)	58,95 V
Voltaje máximo de potencia (Vmp / V)	48,63 V
Corriente de cortocircuito (Isc / A)	10,87 A
Corriente de potencia máxima (Imp / A)	10,28 A
Eficiencia del módulo	19,51%
Medidas	195 x 131 x 45 mm
Condición de prueba estándar (STC):	
Irradiancia	1000 W/m ²
Temperatura de la celda	25 °C
Masa de aire	10,5

Fuente. Catálogo del fabricante Canadia Solar, adaptado por, Ontiveros Muñoz (2021)



Figura 36. Panel solar BSM500-96

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

4.3.6.2 Número de paneles solares

Ahora bien, conociendo las características del panel solar, las HSP y la potencia requerida diaria, se procedió a calcular el N° de paneles necesarios para cada tipo de aire acondicionado, el cual va depender de la potencia del mismo, y este se calcula con la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = E \text{ diaria} / P_p * HSP \quad (S7)$$

Como por ejemplo para el A/A 12.000 BTU

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 18.300 \text{ Wh} / (500 * 4.87)$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 7.51$$

Este cálculo se realizó para cada tipo de A/A, lo que se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15 Número de paneles para cada tipo de A/A.

BTU	Watts	Potencia corregida (Watts)	horas de autonomía	E diaria (Wh)	N° de paneles	N° de Paneles
12.000	3.519	4.575	4	18.300	7.51	8
18.000	5.279	6.862	4	27.449	11,27	12
36.000	10.557	13.724	4	54.897	22,54	23
60.000	17.595	22.874	4	91.496	37,57	38

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Con el N° de paneles se procedió a calcular el área mínima requerida para cada tipo de aire acondicionado.

4.3.6.3 Área requerida para la instalación

Para el cálculo del área se debe conocer las dimensiones del panel, este valor es estándar, se toma 1,65m x 1m en el caso de colocarlos en línea, por ejemplo, para el de 12000 BTU:

$$8 \text{ paneles} * 1,65 \text{ m}^2 = 13,20 \text{ m}^2$$

Esto se hizo para cada tipo de aire, cuyos cálculos se observan en la tabla 16.

Tabla 16. Área requerida mínima para la instalación fotovoltaica

BTU	Cantidad de paneles	m ²	Área (m ²)
12.000	8	1,65	13,20
18.000	12	1,65	19,8
36.000	23	1,65	37,95
60.000	38	1,65	62,7

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Teniendo el N° de paneles y la potencia de cada A/A, se procedió a seleccionar el resto de los componentes del sistema, como es el inversor y las baterías, el switch de transferencia, el cargador AC y el cargador solar (baterías), los cuales se presentan a continuación

4.3.6.4 Inversor.

Para la selección de este, se hizo una revisión en internet de los tipos de inversores que se consiguen en el mercado nacional, observándose que en la actualidad los inversores vienen equipados con todos los dispositivos necesarios para el buen funcionamiento del sistema fotovoltaico, es decir, estos están provistos del inversor, del cargador solar, del switch de transferencia, del regulador de voltaje, y hay de diferentes gamas de potencia. De esta revisión se seleccionó el inversor híbrido de la marca RP-MS, la cual tiene en el mercado equipos para diferentes rangos de potencia, cuyas características se pueden observar en la tabla 17 y su presentación en la figura 37 y 38.



Figura 37. Inversor RP-MS 6000 Watts
Fuente. Catálogo del fabricante



Figura 38. Inversor Growatt 12.000 Watts
Fuente. Catálogo del fabricante

Tabla 17 Características de los inversores

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
INVERSOR 5000W RP-MS	INVERSOR DE 12000w 48VDC GROWATT
-Potencia máxima: 5000W / 5000VA	SPF 12000T DVM
-Rango de voltaje de entrada de la red eléctrica: +15%, -23%	Modo Cargador Solar
-Frecuencia: 50Hz/60Hz (detección automática de frecuencia)	Voltaje máximo de entrada pv (VOC)
-Tipo de onda: Onda Senosoidal Pura	150VDC
-Eficiencia pico: 98%	Rango de voltaje MPPT
CARGADOR AC	60 - 145VDC
-Voltaje nominal en corriente continua: 48V	Número de cadenas de entrada :2
-Máximo voltaje en corriente continua: 62V	Corriente de carga total máxima: 120 A
-Modo de carga de baterías: 3 etapas y 4 etapa Ajustables	Modo de cargador de AC
-Corriente de carga de baterías: 45A	Entrada AC
-Consumo de potencia:<15W	120A
CARGADOR SOLAR	
-Tipo: MPPT	Modo de cargador de AC/Entrada AC: 240VAC,50Hz / 60Hz,70A
-Máxima potencia de entrada: 3300W (Paneles/Generador eólico)	Corriente maxima de carga AC: 100 A
-Modo de carga inteligente de 3 o 4 etapas ajustables de alta eficiencia.	Modo Bateria / Entrada de bateria: 48 VDC, 300 A
-Máxima corriente de carga: 60A	Potencia nominal: 12000VA / 12000W
-Máximo voltaje de entrada: 200V (Permite arreglo de paneles en serie/ahorro de cableado)	Salida AC : 120/240 VAC, 50 Hz/60Hz, 50 A.
- Pantalla: Pantalla LCD	Ambiente/altitud: 2000 m
- Aplica para baterías de GEL, AGM. LÍQUIDO ÁCIDO, IÓN LITIO.	Rango de temperatura de funcionamiento
	0°C- - + 50°C
	Monitor
	LCD+LED
	Nivel De Proteccion
	IP20
	Comunicación
	WIFI/GPRS (Opcional)

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

4.3.6.5 Baterías u acumuladores de voltaje

Al igual que con los inversores, para la selección de las baterías también se realizó un estudio de mercado de los diferentes tipos de batería, buscando una que tuviera mayor rango de descarga, y el menor costo

Tabla 18 Características de las baterías

BATERIAS	CAPACIDAD NOMINAL (Ah)	TAMAÑO (mm)	COSTO (dólar)	VIDA UTIL (años)
E bike batería 48 v li-ion recargable 10ah	10	470*110*90	100	5
48 v 20ah lfp batería para e-bike/e-scooter	20	384*130*150	500	5
48 v 10ah batería lfp	10	240*190*150	250	5

Fuente Ontiveros Muñoz (2021)

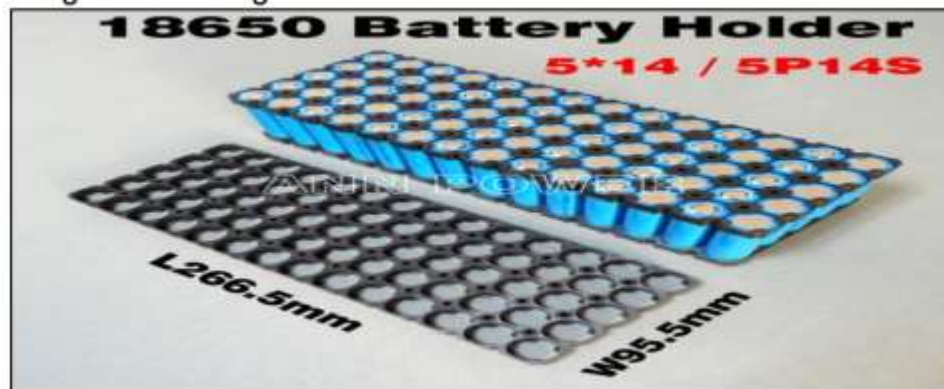


Figura 39 Banco de baterías

Fuente Ontiveros Muñoz (2021)

Al evaluar el grupo de tres baterías, más comerciales, se seleccionó la de litio. Para el cálculo del número de baterías se procedió de la siguiente manera:

1) Se debe identificar la cantidad de horas que el consumo será aplicado al banco de baterías en watts por hora.

Para el caso de estudio 4 horas y si el aire es de 12.000 BTU equivalente a 4.575 watts, esto sería $4.575 \text{ Watts} * 4 \text{ h} = 18.300 \text{ Wh}$

2) Cantidad de días de autonomía que pretende para su sistema. En este caso es de 1 día de autonomía (1 días sin sol) $1 * 18.300 \text{ Wh} = 18.300 \text{ Wh.}$, esto lo que quiere decir, es que el sol no aporta carga a las baterías, que en realidad es falso aún y cuando el día este nublado.

3) Identifique la profundidad de la descarga de batería. En este caso se tomó un 75 %, lo que significa que luego de extraerle los 18.300 watts, la capacidad que le queda a la batería es del 25 %. Por consiguiente, su capacidad debería ser un 25 % mayor, entonces: $1,25 * 18.300 \text{ watts} = 22.875 \text{ watts.}$

4) Teniendo en cuenta la temperatura media de la batería.

40°C la batería posee 102% de capacidad

25°C la batería posee 100% de capacidad

0°C la batería posee 85% de capacidad

-15°C la batería posee 65% de capacidad

Entonces, por ejemplo, si se toma la temperatura ambiente 25 °C, el banco tendría una capacidad del 100 %. Lo que quiere decir $22.875 \text{ watts} * 1 = 22.875 \text{ watts.}$

Finalmente se divide este valor por la tensión nominal de las baterías la cual puede ser: 12, 24 o 48 Volt., en este caso se seleccionó 48 V.

$$22.875 \text{ watts} / 48 \text{ volts} = 476.56 \approx 480 \text{ A/h}$$

Con este valor se procede a buscar los tipos de batería que tengan esta capacidad o en su defecto, baterías de menor valor que con la sumatoria de las mismas cubran la capacidad calculada, teniendo en cuenta que nunca por ahorrar se coloque por debajo del valor obtenido, como el ejemplo que dio 480 A/h, por lo que hay que buscar cinco baterías de 100 A/h., este cálculo se realizó para cada uno de los aires acondicionados, cuyo resultado se muestra en la tabla 19.

Tabla 19 Número de baterías para cada tipo de A/A

BTU	E diaria (Wh)	Profundidad de descarga 25% ($E_{diaria} \times 1,25$)	Volt. De la batería 48 Vol	Cantidad de bateris 100 A/h
12.000	18.300	22.875	476,56	5
18.000	27.449	34.311	714,81	8
36.000	54.897	68.622	1429,62	15
60.000	91.496	114.370	2382,70	25

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

Para la selección del tipo de batería, hay que tener en consideración:

Las baterías para placas solares son uno de los elementos más importantes que se deben tomar en cuenta a la hora de diseñar un sistema solar fotovoltaico, ya que ellas son las que proporcionan la energía, incluso, cuando los paneles solares no están generando energía —es decir, cuando el cielo está nublado o de noche.

Tipos de baterías para placas solares

Según la empresa Energía Ercam de España, a mediano plazo, las mejores baterías serán las de ion-litio, aunque es una opción costosa. Actualmente estas se pueden clasificar en función de su potencia y sus características, donde de acuerdo a esta última se tienen los siguientes tipos:

- ✓ **Baterías AGM.** También conocidas como “sin mantenimiento” porque su electrolito está inmovilizado y poseen una válvula de gases que evita pérdidas. Son recomendables para pequeñas instalaciones donde, precisamente, el mantenimiento resultaría muy costoso. También destacan por su rápida recarga y por su larga vida útil.
- ✓ **Baterías de litio.** Tampoco emiten gases y ocupan poco espacio. Además, su tiempo de carga es el más rápido. Están recomendadas para

cualquier tipo de instalación. Su único problema es que son más caras, aunque su precio cada vez se modera más.

✓ **Baterías monoblock.** Se aconsejan para instalaciones muy pequeñas. De hecho, son muy usadas en coches y motos. Se trata de las más sencillas, pero requieren mantenimiento del electrolito, ya que emiten gases. Por ello, no son aptas para usar en lugares cerrados carentes de ventilación.

✓ **Baterías de ciclo profundo.** Su formato es parecido al de las anteriores, pero son más grandes y duran unas cuatro veces más. Su vida estimada es de unos siete años. Asimismo, su mejor cualidad es que soportan muchas descargas completas sin que su vida útil disminuya. Se recomiendan para instalaciones que se utilicen todo el año con consumos medios.

✓ **Baterías estacionarias.** Compuestas por seis vasos de dos voltios cada uno, pueden acumular gran cantidad de energía. Por ello, son aconsejables para instalaciones que exigen consumos muy altos y continuados en el tiempo. También destacan por su óptima relación calidad-precio.

De acuerdo a la potencia, se tienen:

✓ **Baterías de 12 voltios.** Normalmente del tipo monoblock, son muy útiles para segundas residencias que no se usen mucho, con consumos de unos 100 Kilovatios mensuales.

✓ **Baterías de 24 voltios.** Generalmente, se instalan las estacionarias. Están aconsejadas para consumos que no superen los 150 kilovatios mensuales con potencias de entre uno y cinco kilovatios.

✓ **Baterías de 48 voltios.** Para potencias superiores a los 5 kilovatios y consumos que pasen de los 150 mensuales.

Por sus características y costos se eligió la de litio de 100 A/h, 48 Volt. Ya que en el mercado solo se consiguen de gel de 12 volt.

En la Figura 40, se puede apreciar la instalación solar, y en la figura 41 El Sistema solar fotovoltaico, con inversor híbrido.

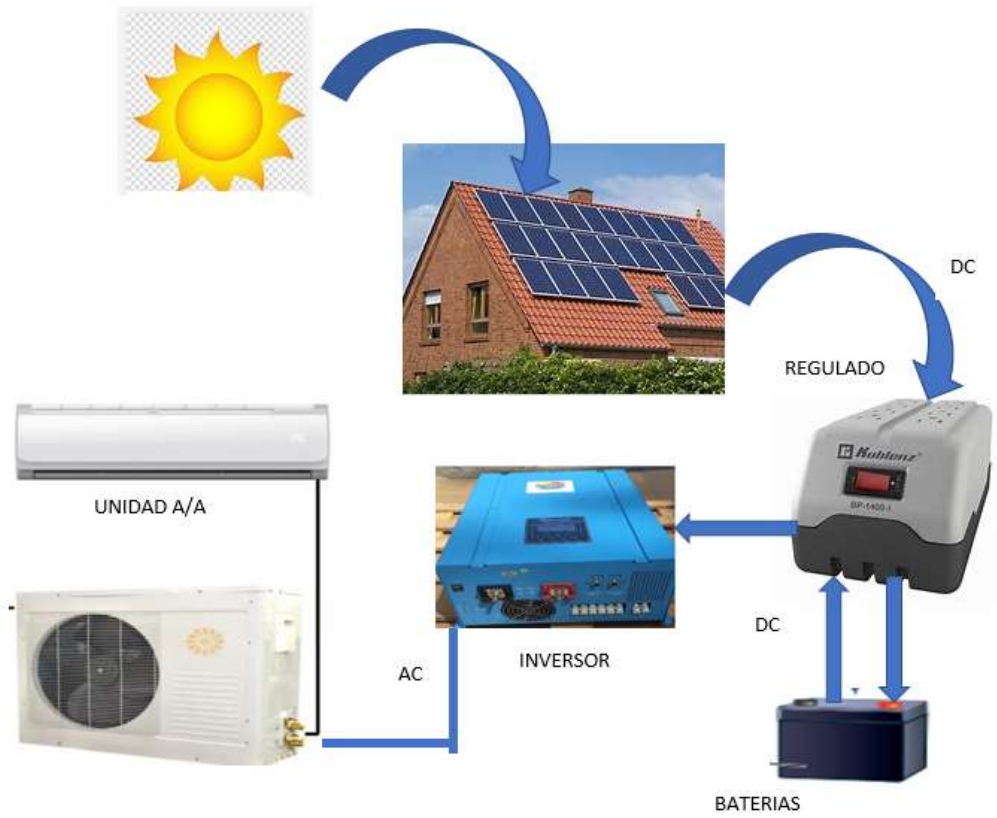


Figura 40. Instalación solar fotovoltaica para A/A.
Fuente. Ontivero Muñoz (2021)



Figura 41. Sistema solar fotovoltaico, con inversor híbrido.

Fuente. <https://www.dsisolar.com/info/introduction-to-hybrid-solar>

4.4 Realizar la factibilidad, técnica, ambiental, social y económica de la propuesta

La factibilidad hace referencia a la disponibilidad de los recursos necesarios para lograr u alcanzar las metas u objetivos establecidos, y todo estudio de factibilidad se hace tomando en cuenta cuatro (04) aspectos básicos, de los cuales va a depender el éxito de todo proyecto y este está determinado del grado de factibilidad que tengan cada uno de los aspectos básico, los cuales son:

✓ **Técnica.** Esta engloba todo lo que tienen que ver con los requerimientos técnicos, en otras palabras, en talento humano capacitado en todo lo relacionado a los sistemas solares fotovoltaicos para ello debe tener: el conocimiento, las habilidades, las experiencias, las herramientas, materiales y equipos necesarios para la instalación de los sistemas solares. Tomando en cuenta esto, se puede decir, que en el país hay talento humano capacitado para la implementación de la propuesta.

✓ **Ambiental.** Tomando en cuenta la legislación actual relacionado con la preservación del entorno y del medio ambiente, es que se hace referencia a la factibilidad ambiental, en la cual se debe tomar en cuenta antes de realizar cualquier instalación: las regulaciones en materia de medio ambiente, las características naturales

del lugar y de uso de suelo, dado que estos y otros factores influyen en la selección de la ubicación del sistema.

Tomando en cuenta que el trabajo está relacionado con una propuesta del uso de energías alternas, esta influye directamente, ya que los sistemas solares respetan al medio ambiente, dado a que estos representan beneficios ambientales y ecológicos, en el lugar donde se instale, entre los beneficios de este sistema se pueden mencionar:

- Que se genera a partir de una fuente inagotable y gratis, el sol.
- Permiten que él o los usuarios, contribuyan con el uso racional y eficiente de la energía eléctrica, tengan una reducción del consumo eléctrico, y tengan autonomía energética.
- Disminuyen el daño ambiental ya que no producen gases de efecto invernadero (CO₂), por consiguiente, no participan en el calentamiento global.
- Estos sistemas, provee a los usuarios de un aislante térmico, dado a que los paneles generan sombra para otros usos
- Es un medio alternativo de energía en caso de falla del sistema eléctrico nacional.

✓ **Social.** Con el uso de los sistemas solares el o los usuarios se ven beneficiados, dado al ahorro eléctrico, a la autonomía en caso de falla eléctrica, entre otros, así mismo contribuye con la comunidad donde se instale ya que la carga al sistema de transformadores disminuye mientras el sistema esté en operación, y como es un sistema altamente ligado con el medio ambiente porque es 100 % natural, se disminuirá la cantidad de dióxido de carbono que se envía a la atmósfera, y por último impulsará el uso de este tipo de sistemas a otros habitantes del sector, encaminándolos al desarrollo sustentable y sostenible.

✓ **Económica.** Esta tiene que ver con el costo de la inversión, aún y cuando la implementación del sistema solar tiene un costo inicial considerable, el mismo se ve mitigado por los años de vida útil y el bajo costo del mantenimiento, la reducción de la facturación del consumo eléctrico, entre otros. A continuación, se presenta el presupuesto (tabla 20).

Tabla 20

Sistema fotovoltaico para A/A de 12000 y 18000 BTU

Presupuesto

Ítem	Descripción	Cant.	Precio unitario \$	Precio Total \$
1	Inversor 6000w Híbrido Pv30-6048mpk 6kw 48v/220v 80a Begprod	1	1.100,00	1.100,00
2	Baterías de litio	8	800,00	6.400,00
3	Paneles solar de 500 Wp	10	350,00	3.500,00
			Total	11.000,00

Fuente. Ontiveros Muñoz (2021)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En relación a cada objetivo específico se puede concluir:

1. Para obtener las características eléctricas de los aires acondicionados, primero se debe llevar los BTU en vatios (Watts), y luego la corriente (Amp), donde esta varía de acuerdo al sistema eléctrico: mono, bi o trifásico.

2. Que actualmente existen diferentes tipos de energías alternas, entre las que se pueden mencionar: eólica, biomasa, nuclear, solar: fotovoltaica y térmica, biocombustible, mareomotriz, y que aún y cuando la legislación venezolana está promoviendo el uso de estas, para disminuir el consumo eléctrico y que en el país se tiene la materia prima para el desarrollo de las mismas, solo se está usando en pequeña escala la solar y la eólica.

3. La energía solar específicamente la fotovoltaica, es la más idónea, como medio alternativo para el sistema eléctrico de los aires acondicionados, o del sistema eléctrico residencial, industrial, de salud, ya sea conectado a la red o en lugares remotos. Ya que actualmente es de la que se tiene más información, sus componentes se consiguen en el mercado y se cuenta con la mano de obra capacitada para la instalación, mantenimiento y reparación.

4. Del estudio de factibilidad, se puede concluir, que técnicamente la propuesta es viable como se mencionó anteriormente, en el país hay mano de obra calificada, se consiguen los componentes en el mercado, o en todo caso se pueden traer del país vecino (Colombia) o se pueden importar, en cuanto a lo ambiental o social, debido a que son energías limpias y su materia prima es el sol, esta no produce gases de efecto invernadero, por consiguiente no afecta al medio ambiente y esto beneficia a la comunidad.

Ahora bien, económicamente, el costo de la inversión inicial es considerablemente elevado, como se observa en el presupuesto, claro estos precios son de internet, los cuales pudieran ser menores, al hablar directamente con los importadores y fabricantes de los equipos, la ventaja de los sistemas fotovoltaicos, es su larga vida útil y que el costo de mantenimiento es bajo.

Recomendaciones

1. Impulsar el estudio y capacitación en las diferentes universidades sobre el aprovechamiento de las potencialidades energéticas del país, mediante charlas, talleres, cursos, relacionados en como los cálculos, selección de componentes, para cada uno de los tipos de energías alternativas, como medio alterno y apoyar al desarrollo sustentable y sostenible de la nación.

2. Iniciar campañas de recolección de información de las potencialidades energéticas de las regiones.

3. Impulsar la inclusión en las diferentes universidades, sobre la fabricación de los componentes utilizados para el aprovechamiento de las energías alternas, como paneles solares, captadores solares, impulsores, bombas, entre otros.

4. Contar con personal técnico capacitado en estas áreas dentro de las instituciones universitarias para así impulsar el desarrollo e implementación de estas tecnologías, ya que se hace difícil que los prestadores de servicio se abran y den información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, I. (1995). **Técnicas de investigación bibliográfica**. Caracas: Contexto Ediciones.
- Ángulo de inclinación de los paneles solares**, [documento en línea] disponible en, <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares>, [consulta: 2021 mayo]
- Arias, Fidas (2017). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. (7ma. ed.)
- Bayona C, Greycel (2016), **Diseño de un Sistema de Distribución Eléctrica y Aplicación de la Energía Solar como Medio Alternativo para la Iluminación Exterior y la Cinta Transportadora en la Vaquera de la Unidad Académica la Morusca**, Táchira - Venezuela
- Baterías para placas solares**, [documento en línea] disponible en, <https://ercam.es/baterias-para-placas-solares-imprescindibles-en-la-obtencion-de-energia-del-sol/>, [consulta: 2021 noviembre]
- Bronstein V (2006), “**La Crisis Energética y nuestro futuro**”, diario el Clarín
- Castillos, C., (2007), Colector de placa plana, Tecnologías apropiadas: Energía solar, [documento en línea] disponible en: <http://www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/CeutaEnergiaSolarParte3.pdf>, [consulta: 2021 mayo].
- Catálogo de baterías ión litio**, [documento en línea] disponible en: <https://www.tabspain.com/wp-content/uploads/2021/03/catalogo-tab-li-ion-traccion.pdf>, [consulta: 2021 noviembre]
- Catálogo de paneles solares**, [documento en línea] disponible en, <https://www.technosun.com/descargas/TECHNO-SUN-catalogo-productos-energia-solar.pdf>, [consulta: 2021 noviembre]
- COIT.ES. **Conversión de energía solar fotovoltaica**, [documento en línea] disponible en: <http://www.coit.es/descargar.php?idfichero=2705>, [consulta: 2021 enero]

Cortez G. O. y Torres R. Y. (2019), “**Diseño de sistema fotovoltaico para el aire acondicionado del Data Center de la empresa C&C Services**”, Bogotá-Colombia

Energías alternativas (2021), [documento en línea] disponible en: <https://concepto.de/energias-alternativas/#ixzz6ydvoL0QB>, [consulta: 2021 mayo]

Energía renovable y no renovable, [documento en línea] disponible en: <https://tintero.com.ar/>, [consulta: 2021 noviembre]

Energía solar, [documento en línea] disponible en. <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaic>, [consulta: 2020 junio]

Energía solar, [documento en línea] disponible en, <https://ingeoexpert.com/>, [consulta: 2020 junio]

EURE (2018), **Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad**, [documento en línea] disponible en, https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-&lang=pt, [consulta: 2021 noviembre]

Fuentes de energía renovable y no renovable, [documento en línea] disponible en: <https://www.mheducation.es>, [consulta: 2021 mayo]

Fuentes de energía renovable y no renovable, [documento en línea] disponible en: <https://cuadrocomparativo.org/sinoptico-de-energias-alternativas/>, [consulta: 2021 noviembre]

González B. Historia del aire acondicionado, [documento en línea] disponible en: <https://www.elaireacondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado>, [consulta: 2021 mayo]

Hernández, Fernández y Batista, **Metodología de la Investigación**, 5ta edición, McGraw-Hill Interamericana, 2010

Instalación solar Fotovoltaica, [documento en línea] disponible en: <https://www.data:image/jpeg;base64>, [consulta: 2021 noviembre]

Instalación solar fotovoltaica para A/A, [documento en línea] disponible en:
<https://www.solostocks.com.mx/venta-productos/energia>, [consulta: 2021
noviembre]

Introducción a la energía solar, [documento en línea] disponible en:
<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>, [consulta:
2021 mayo]

Kaufman, A. M. y Rodríguez, M. E. (2001). **La escuela y los textos**. Argentina:
Santillana.

La energía solar, [documento en línea] disponible en:
<http://edii.uclm.es/~arodenas/Solar/>, [consulta: 2021 mayo]

Ley 697, octubre 2001 Colombia

Ley del Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, Gaceta Oficial N° 39.823
del 19 de diciembre 2011.

Gaceta Oficial N° 39.573 del 14 de diciembre de 2010,

Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, Gaceta Oficial No. 372.680, de fecha
3 de noviembre del 2.009, promulga el Decreto 6.992

Manual de Trabajo de Grado de la UPEL, 5ta edición, 2016

Maltéz R. G., (2012), **Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar la red
eléctrica instalada en área comercial**, Guatemala.

Manual de Trabajo de Grado de la UPEL, 5ta edición, 2016

Manrique José A, **Energía solar: fundamentos y aplicaciones fototérmicas**, editorial
Harla, ISBN, 9686034544, 9789686034547, 1984

Panel solar BSM500M-96, [documento en línea] disponible en:
<https://www.todoensolar.com/panel-solar-500w-24v-96-celdas>, [consulta: 2021
noviembre]

Pérez M., A. y Rodríguez J., P. (2010). **Investigación Documental**. México.

Radiación solar en Venezuela, [documento en línea] disponible en:
<https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/venezuela>, [consulta: 2021
noviembre]

- Raffino, M. E. (2020), "**Energías alternativas**". Argentina, [documento en línea] disponible en: <https://concepto.de/energias-alternativas/>, [consulta: 2021 junio]
- Resolución N° 35**, Gaceta Oficial N° 40.236 del 26 de agosto de 2013
- Rivas R. J. A., (2021), **Propuesta de un sistema de iluminación con energía alterna para el campus universitario de la universidad José Antonio Páez**, Valencia, estado Carabobo Venezuela
- Rizo M., (2015), **Técnicas de Investigación Documental**, Nicaragua
- Sabino, C., **El Proceso de la Investigación**, Última publicación feb-2010, <https://metodoinvestigacion.wordpress.com/2008/02/25/el-proceso-de-investigacion-carlos-sabino/>
- Sistema solar fotovoltaico, con inversor híbrido**, [documento en línea] disponible en: <https://www.dsisolar.com/info/introduction-to-hybrid-solar>, consulta: 2020 noviembre]
- Tipos de aires acondicionados**, [documento en línea] disponible en: <https://aireacondicionadototal.com/tipos-de-aire-acondicionado/>, [consulta: 2020 junio]
- Tipos de aires acondicionados**, [documento en línea] disponible en: <https://comercialfoisa.com/8-tipos-de-aires-acondicionados/>, [consulta: 2020 junio]
- Valle H. J. (†), Ortiz T. A., Román A. R., y Morales O. E., (2017), **Diseño de un sistema de refrigeración para el almacenamiento de carne utilizando energía solar**, **Revista de Ingeniería Innovativa, de las Universidades**: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Escuela Superior de Apan y Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, México

ANEXOS

ANEXO A INVERSORES

Controladores de carga BlueSolar con conexión roscada- o MC4 PV MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

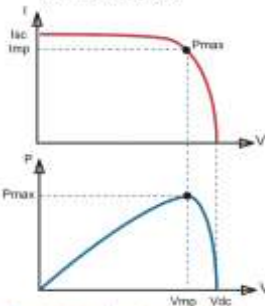
www.victronenergy.com



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-Tr



Controlador de carga solar
MPPT 150/100-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).
El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:
Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida.
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila inteligente de conexión VE.Direct a Bluetooth"
- Panel ColorControl



Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1A3I	630W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1A3I	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48V 1A3I	2600W	3440W	4000W	4800W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV (I)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	130V máximo absoluto en las condiciones más frías 140 V en arranque y funcionamiento al máximo				
Eficiencia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predefinidos: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predefinidos: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multistage				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fiable, no accionable por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)				
Humedad	85%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 3013)				
Terminales FV (I)	35 mm ² AWG2 (modelos Tr) Dos conjuntos de conectores MC4-MC4 (modelos de hasta 150/70) Tres conjuntos de conectores MC4-MC4 (modelos 150/85 y 150/100)				
Barras de batería	35 mm ² / AWG2				
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 260 x 95mm Modelos MC4: 215 x 290 x 95mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103mm	
ESTÁNDARES					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22-2				
<p>1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada. 1b) La tensión FV debe oscilar en 5V (a Volt) (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Volt = V.</p> <p>2) Un sistema FV con una corriente de cortocircuito más alta dañará el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un regulador MPPT).</p>					

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | The Netherlands
General phone: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com





4000W Off Grid DC to AC Pure Sine Wave Solar Power Inverter

RBP-4000S-LED

- ▶ 4000w pure sine wave inverter
- ▶ off grid DC to AC converter
- ▶ solar power inverter

[Inquiry](#)

Specifications	Features	Application	Download
Model	RBP-4000S-LED		
DC Voltage	12V or 24V or 48V or 110V		
Voltage Range	10-15VDC or 21-30VDC or 42-60VDC or 90-135VDC		
No Load Current Draw	< 1.6A		
Efficiency	> 90%		
DC Connector	Cables With Clips		
AC Voltage	100/110/120VAC or 220/230/240 VAC		
Continuous Power	4000W		
Surge Power	8000W		
Waveform	Pure Sine Wave		
Frequency	50Hz or 60Hz		
AC Regulation	3%		
Low Voltage Alarm	10DC±0.5V or 20.5DC±1V or 44VDC±1V or 82VDC±1V		
Low Voltage Shut Down	9.5DC±0.5V or 19.5DC±1V or 42VDC±1V or 90VDC±1V		
Over Load	Shut Off Output		
Over Voltage Shut Down	15.5V or 30.5V or 61.2V or 135V		
Over Thermal	Shut Off Output Automatically		
Fuses	Short Circuit		
Working Temperature	Between -10°C and +50°C		
Working Humidity	20%~90%RH		
Storage Temperature	Between -30°C and +70°C		
Start	Soft Start		
Cooling Ways	Cooling Fan		
Total Harmonic Distortion	THD < 5%		
Machine size(mm)	460*207*93		

ANEXO B
BATERIAS

Model No.	Picture	Spec.	Cell	Battery configuration	Balanced charging	Gas gauge	App. Weight	External dimension
SRB481026514-Y1		48V 10Ah	18650/2000mAh (Li(Co _x Ni _y Mn _z)O ₂)	5P14S	VGA balance interface	Yes	3.6kg	378×113×86mm
SRB481026513-Y1		48V 10Ah	18650/2000mAh (Li(Co _x Ni _y Mn _z)O ₂)	5P13S	VGA balance interface	Yes	3.4kg	378×113×86mm
SRB480826513-Y1		48V 8 Ah	18650/2000mAh (Li(Co _x Ni _y Mn _z)O ₂)	4P13S	VGA balance interface	Yes	3.04kg	378×113×86mm
SRB481028514-Y1		48V 10Ah	18650/2000mAh (Li(Co _x Ni _y Mn _z)O ₂)	5P14S	VGA balance interface	Yes	3.6kg	398×113×86mm
SRB481028513-Y1		48V 10Ah	18650/2000mAh (Li(Co _x Ni _y Mn _z)O ₂)	5P13S	VGA balance interface	Yes	3.4kg	398×113×86mm
SRB480828513-Y1		48V 8Ah	18650/2000mAh (Li(Co _x Ni _y Mn _z)O ₂)	4P13S	VGA balance interface	Yes	3.04kg	398×113×86mm
SRB01-480-01-C		48V,9.5Ah	Prismatic, Li-MnzO ₂	---	---	---	5.6	279 x 146 x 73mm

ANEXO C
PRESUPUESTO



SOLUCIONES **ENERGÉTICAS**
A TU MEDIDA

FECHA: San Cristóbal, 17 de NOVIEMBRE 2021

Cotización Nro: 1711-04

Estimado cliente: **Ing. Bayona**

Reciba un cordial saludo en nombre del equipo **Tecno-Elec C.A.** enfocados en ofrecerle "Soluciones Energéticas a su medida". Presentamos a continuación la propuesta económica de los productos y servicios solicitados:

<i>Cant.</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>REF.</i>	<i>PRECIO UND</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
01	Hibrido solar 6KW 120/240		USD 3.600	USD 3.600
06	Baterías de lithium 48volt/ 100Amph		USD 1.969	USD 11.814
10	Panel solar 150watts		USD 410	USD 4.100
			Total	USD 19.514

Tipo de moneda: Dólares.

Condiciones de pago: 100% AL CONTADO.

Modalidad de pago: EFECTIVO O ZELLE

Cualquier novedad no dude en comunicarnos, quedamos atentos a su respuesta.

Atentamente.

Ing. Carolina Borjas

Departamento de Administración.