

Universidad Internacional Del Ecuador

Facultad de Ingeniería Automotriz

Proyecto de grado para la obtención del título de
Ingeniero en mecánica automotriz

“Diseño y desarrollo de un prototipo de compactación de latas de aluminio con
accionamiento fotovoltaico”

Germán Patricio Sosa Bazante

Mauricio Octavio Uvidia Jácome

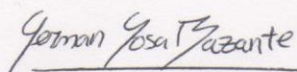
Director: Msc. Flavio Arroyo

Quito, Marzo 2014

Certificación y Acuerdo de Confidencialidad

Nosotros, Germán Patricio Sosa Bazante, y Mauricio Octavio Uvidia Jácome declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

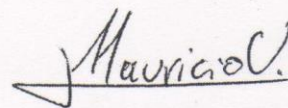
Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Firma del graduado

German Sosa Bazante

CI: 171518394-1

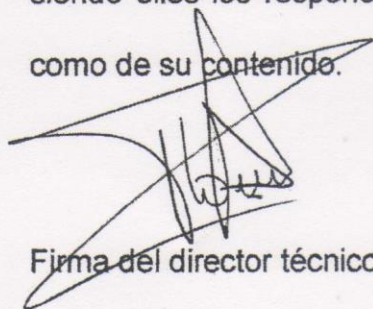


Firma del graduado

Mauricio Uvidia Jácome

CI: 171812881-0

Yo, Ing. Flavio Arroyo declaro que conozco a los autores del presente trabajo siendo ellos los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma del director técnico del trabajo de grado

MSc. Flavio Arroyo

Dedicatoria

Este proyecto de investigación lo he desarrollado con mucha dedicación, esfuerzo y constancia, por eso se lo dedico a mi familia, a quienes más amo, ya que siempre me han brindado su apoyo incondicional en todos los retos que me he propuesto cada día, y porque son las personas más importantes en mi vida.

Germán Sosa Bazante

A mi hijo Matías, que es mi fuente de aliento y ganas de seguir adelante para terminar lo antes posible y de la mejor manera, preparado para lo adverso y siempre esperando lo mejor. Te amo Mati.

Mauricio Uvidia Jácome

Agradecimiento

Agradezco de manera infinita a todos y cada una de las personas que han hecho posible que se lleve a cabo este proyecto de investigación, quienes siempre han estado a mi lado constantemente, empezando por mi familia desde siempre, mis amigos más cercanos por su preocupación y colaboración muy significativa, mi director de tesis por su confianza, conocimientos y dirección durante este periodo de elaboración, y a aquellos profesores que siempre me brindaron su amistad y apoyo desde el inicio de mi carrera, hasta el final.

Germán Sosa Bazante

Toda la vida infinitamente agradecido por todo lo que mis padres me han dado, todo su esfuerzo y aliento para que no falte nada en casa, son mi inspiración y por esa razón mis más grande admiración; a mi novia que siempre me ha apoyado y ayudado en todo lo que ha podido. También un agradecimiento enorme al Ingeniero Flavio Arroyo, que nos guió durante toda la tesis y siempre nos aclaró dudas y preguntas, al Ingeniero Alex Imbaquingo por su conocimiento que fue de gran ayuda, muchísimas gracias.

Mauricio Uvidia Jácome

Síntesis

La implementación de energías renovables es sumamente necesaria en estos días ya que estas producen energía por medio del sol, el viento, el agua, etc.

A pesar de que son inagotables aún presentan grandes dificultades, tales como son el almacenamiento y eficiencia debido a que las instalaciones tienen menor potencia y el costo de su producción es mucho más elevado. A diferencia de las energías primarias, como el caso del petróleo, carbón y gas natural, son fuentes susceptibles de agotamiento y deterioran el medio ambiente con gases contaminantes como el CO₂. Por estas razones, actualmente la producción de estas energías está aumentando.

El calentamiento de la Tierra y los desarreglos climáticos se deben a la utilización de combustibles fósiles que generan grandes cantidades de gases invernadero, principalmente CO₂ responsable del “efecto invernadero” y de sus efectos directos, como el calentamiento de la Tierra y los desarreglos climáticos.

Por esta razón se debe aprovechar la existencia de otro tipo de energías más seguras y menos contaminantes, como son las energías renovables en general, para combatir esta problemática.

La energía solar, está garantizada para los siguientes 6000 millones de años. El Sol, es una fuente de vida y de origen de las demás formas de energía que hemos utilizado desde los inicios de la historia.

Por medio del reciclaje los desechos de un tipo de elemento en especial

pueden convertirse en otros productos tras su utilidad primaria. Al reciclar aluminio, se requiere solamente el 5% de la energía que se consumiría para producir aluminio de la mina, y se lo puede hacer eficientemente cuando se usa fuentes como energías renovables, como en este caso la Energía solar fotovoltaica, por medio de paneles fotovoltaicos como medio de poder para un prototipo de Compactadora de Latas de aluminio para bebidas.

Al definir los parámetros técnicos para diseñar y desarrollar el proyecto, se debe determinar la aplicación de la energía solar fotovoltaica como una fuente de poder de mecanismos mecánicos, y finalmente realizar pruebas para determinar el correcto funcionamiento del prototipo.

Índice General

Certificación y Acuerdo de Confidencialidad	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Síntesis	iv
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xii
Diseño y desarrollo de un prototipo de compactación de latas de Aluminio con accionamiento fotovoltaico	xiii
Design and development of a Can Crusher prototype with Photovoltaic drive	xv
Capítulo 1	1
Antecedentes De La Investigación	1
Capítulo 2	5
Marco Teórico	5
2.1 Energías Renovables	5
2.1.1 Sistema Energético Actual	5
2.1.2 Cambio Climático	6
2.1.3 Deforestación	7
2.1.4 El Peligro Nuclear	7

2.1.5 ¿Que son las Energías renovables?	8
2.2 Implantación y desarrollo de Tecnologías renovables	10
2.2.1 Biomasa:	10
2.2.2 Energía Solar Térmica:	10
2.2.3 Energía Solar Fotovoltaica.....	11
2.2.4 Energía Eólica	11
2.3 Como incentivar la implantación de Energías Renovables	12
2.4 Energía Solar	13
2.4.1 Fuentes De Energía Renovable Basadas En El Sol (Tecnologías Renovables) "Electricidad Solar Térmica"	16
2.5 Energía Solar Térmica	17
2.6 Energía Solar Fotovoltaica	20
2.6.1 Los Componentes De La Radiación Solar	23
2.6.2 La Energía Fotovoltaica y el medio ambiente	24
2.6.3 El Efecto Fotoeléctrico	26
2.6.4 Los Semiconductores	26
2.6.5 El Silicio	27
2.6.6 Células Fotovoltaicas	27
2.6.7 Tipos de células Fotovoltaicas	29
2.6.8 Células Solares de otros materiales	32
2.7 Instalaciones Solares Fotovoltaicas: Aisladas, Conectadas A La Red Y Centrales Fotovoltaicas.....	33
2.7.1 Instalaciones Solares Fotovoltaicas Aisladas	33
2.7.2 Instalaciones Solares Fotovoltaicas Conectadas A La Red	33
2.7.3 Centrales Solares Fotovoltaicas	34
2.7 Sistemas Fotovoltaicos De Concentración	35
2.8.1 Principio de funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos de concentración	36
2.8.2 Características Generales	37
2.9 Ecuador ya tiene su primera Planta de Energía Solar Fotovoltaica	38
2.10 Futuro de la Energía Fotovoltaica	39
2.11 Proyección mundial de la energía solar fotovoltaica.....	41
2.12 Motores Eléctricos	43

2.13 Reciclaje	46
2.13.1 Generalidades	46
2.13.2 Reciclaje De Metales	48
2.13.3 Los residuos metálicos pueden ser de 2 tipos:	48
2.14 Reciclaje de aluminio "metal no ferroso"	49
2.15 Reciclaje de las latas de aluminio para bebidas	51
 Capítulo 3	 52
 Diseño Y Desarrollo Del Prototipo	 52
3.1 Latas de Aluminio.....	52
3.2 Determinar El Factor De Deformación De Una Lata De Aluminio Para Bebidas	57
3.2.1 Pruebas por medio de la Máquina de Ensayos Universales MTS	59
3.2.2 Calcular la potencia que requerirá el motor eléctrico	63
3.3.4 Componentes de las Instalaciones Fotovoltaicas	68
3.3.5 Paneles Solares.....	69
3.3.6 Determinar la fuente de alimentación.....	71
3.4 Diseño del Sistema de Compactación	74
3.5 Ensamblaje del Prototipo	77
3.5 Conexión Eléctrica del Sistema Fotovoltaico	83
3.5.1 Procedimiento.....	84
3.6 Parámetros para el diseño de una Compactadora de latas de aluminio a gran escala	86
3.6.1 Procesador	88
3.6.2 Puerto Serie USB	89
 Capítulo 4	 91
 Pruebas de funcionamiento	 91
4.1 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Compactación.....	91
4.1.2 Procedimiento de Verificación.....	91
4.2 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Alimentación	93

4.2.1 Procedimiento.....	93
4.2.2 Pruebas sin carga.....	95
4.2.3 Pruebas con carga.....	96
Conclusiones	99
Recomendaciones.....	102
Referencias Bibliográficas.....	105
ANEXO A – Motor WEG Monofásico.....	106
ANEXO B – ECUA-RED	107
ANEXO C – ACERO DE MAQUINARIA.....	108
ANEXO D – ESFUERZO APLICADO.....	109
ANEXO E – ALPHA CELL	110
ANEXO F – TEKTRUM CORP	111
ANEXO G – TEKTRUM CORP	112
ANEXO H – TEKTRUM CORP	113
PLANO PC – PC – 1	COMPACTADORA PROTOTIPO
PLANO PC – BL – 2	COMPACTADORA BIELA
PLANO PC – EL – 3	COMPACTADORA EMBOLO
PLANO PC – PL – 4	COMPACTADORA PLATO

Índice de Figuras

CAPÍTULO 2

Fig. 2.1 Proyecto Villonaco Loja-Ecuador.....	9
Fig. 2.2 Ejemplo de un circuito solar-térmico	11
Fig. 2.3 Proyecto Villonaco II Loja-Ecuador	12
Fig. 2.4 Circuito solar-térmico	18
Fig. 2.5 Colector solar-térmico.....	19
Fig. 2.6 Colectores solar-térmicos sobre un tejado.....	19
Fig. 2.7 Células GIGS	33
Fig. 2.8 Instalaciones conectadas a la Red.....	34
Fig. 2.9 Central Solar Fotovoltaica.....	35
Fig. 2.10 Lente Fotovoltaico	37
Fig. 2.11 Central Solar fotovoltaica Imbabura-Ecuador.....	38
Fig. 2.12 Envío de energía solar desde el espacio	39
Fig. 2.13 Globos recubiertos de paneles solares flexibles.....	40
Fig. 2.14 Proyección de costos.....	43
Fig. 2.15 Motor Eléctrico	44
Fig. 2.16 Partes del Motor AC.....	45
Fig. 2.17 Motor monofásico con Condensador	46
Fig.2.18 Tachos para clasificación de residuos Quito-Ecuador	47
Fig. 2.19 Porcentaje de desechos Quito-Ecuador 2009.....	48

CAPÍTULO 3

Fig. 3.1 Proceso de fabricación de Latas de aluminio para bebidas.....	52
Fig. 3.2 Troquelado.....	53
Fig. 3.3 Formadora y recortadora.....	53
Fig. 3.4 Lavado.....	54
Fig. 3.5 Lacado exterior	54
Fig. 3.6 Decoración.....	55
Fig. 3.7 Formación del cuello	55
Fig. 3.8 Lacado interno	56
Fig. 3.9 Embalaje	56
Fig. 3.10 Embalaje	57
Fig. 3.11 MTS	59
Fig. 3.12 Factor de deformación.....	59
Fig. 3.13 Factor de deformación.....	60
Fig. 3.14 Factor de deformación.....	60
Fig. 3. 15 Factor de deformación	61
Fig. 3.16 Factor de deformación.....	61

Fig. 3.17 Factor de deformación.....	62
Fig. 3.18 Componentes panel solar	70
Fig. 3.19 Junta.....	74
Fig. 3.20 Conjunto plato, biela y pistón	75
Fig. 3.21 Guía del pistón.....	76
Fig. 3.22 Pared de Compactación.....	76
Fig. 3.23 Otros Componentes	77
Fig. 3.24 Motor Eléctrico WEG ¼ HP	78
Fig. 3.25 Caja Reductora 40:1	78
Fig. 3.26 Caballetes.....	79
Fig. 3.27 Junta.....	79
Fig. 3.28 Plato	80
Fig. 3.29 Brazo de biela	80
Fig. 3.30 Pistón	81
Fig. 3.31 Proceso de Corte del Tubo.....	81
Fig. 3.32 Guía del pistón.....	82
Fig. 3.33 Pared de la guía del pistón	82
Fig. 3.34 Pared de la guía del pistón	83
Fig. 3. 35 Diagrama eléctrico	84
Fig. 3.36 Conexión Generador Fotovoltaico con el Controlador del sistema.....	84
Fig. 3.37 Conexión del Controlador del sistema con el acumulador	85
Fig. 3.38 Conexión del acumulador con el Inversor del sistema	85
Fig. 3. 39 Conexión desde el Inversor al sistema de compactación	86
Fig. 3. 40 Puerto USB Arduino UNO	87
Fig. 3. 41 Componentes Arduino.....	88
Fig. 3. 42 CPU Arduino	88
Fig. 3.43 Placa Arduino.....	90

CAPÍTULO 4

Fig. 4.1 Verificación de vibraciones y ruidos	91
Fig. 4.2 Verificación de la compactación de latas	92
Fig. 4.3 Compactación de latas	92
Fig. 4.4 Medición de voltaje del Panel solar fotovoltaico.....	93
Fig. 4.5 Medición de voltaje de la Batería.....	94
Fig. 4.6 Medición de voltaje del Controlador Fotovoltaico	94
Fig. 4. 7 Medición de voltaje del Inversor del sistema	95
Fig. 4.8 Prototipo I.....	98
Fig. 4.9 Prototipo II	98

Índice de Tablas

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Capacidad Fotovoltaica anual instalada/prevista	22
Tabla 2.2 Tipos de Celdas.....	32
Tabla 2.3 Proyección de la producción de energía fotovoltaica para el año 2030	42

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Datos Latas de Aluminio para bebidas:.....	58
Tabla 3.2 Especificaciones Técnicas MTS:.....	58
Tabla 3.3 Resultados MTS:.....	62
Tabla 3.4 Características del Inversor	71
Tabla 3.5 Características Regulador de Voltaje	71
Tabla 3.6 Especificaciones Técnicas de la Batería.....	73
Tabla 3.7 Especificaciones Panel Solar Monocristalino 80 W	73
Tabla 3.8 Tabla de selección de Materiales y Componentes.....	74

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Resultados Radiación directa (sin carga del motor).....	96
Tabla 4.2 Resultados Radiación difusa (sin carga del motor)	96
Tabla 4.3 Resultados Radiación directa (con carga del motor)	97
Tabla 4.4 Resultados Radiación difusa (con carga del motor).....	97

Diseño y desarrollo de un prototipo de compactación de latas de Aluminio con accionamiento fotovoltaico

El CO₂ es el principal causante del efecto invernadero, el aumento de su concentración en la atmósfera como también el de otros gases contaminantes que provienen de procesos industriales, provoca la aparición de una pantalla de radiación calórica, aumentando la temperatura media terrestre. Debido a la disminución de la masa de hielo de los polos, provoca la elevación de manera progresiva del nivel de mar, poniendo en peligro la vida en multitud de puntos del planeta, ya que el efecto invernadero rompe el equilibrio térmico entre la energía que recibimos del sol y la que emitimos hacia la atmósfera.

Las energías renovables, como en este caso la Energía solar fotovoltaica, representan a un mañana eficiente, equilibrado, independiente y confiable. Para de esa manera evitar la amenaza nuclear, y el calentamiento global del planeta.

La energía solar fotovoltaica por medio de células fotovoltaicas puede convertir directamente la energía solar en electricidad, las células fotovoltaicas están compuestas principalmente de silicio, no cuenta con elementos mecánicos, podría funcionar indefinidamente sin desgaste y directamente producir electricidad.

Estos paneles se encuentran en tejados, fachadas de edificios, cubriendo algunas o todas las necesidades eléctricas. Esta tecnología va creciendo rápidamente, y varios países la han desarrollado como Alemania.

Es necesario aprovechar este tipo de energías para combatir esta problemática, integrándola con el Reciclaje de desechos, como en este caso

latas de bebidas de aluminio, a través de un Prototipo de Compactadora de Latas por medio de paneles fotovoltaicos.

Se realiza un estudio generalizado acerca de las energías renovables, y más en profundidad sobre la Energía Solar, poniendo mayor énfasis en la Fotovoltaica, previamente al diseño y desarrollo del prototipo.

A continuación se debe determinar el factor de deformación de las latas de bebidas que se encuentra en el medio. Con este valor se puede calcular y determinar el tipo de motor eléctrico, y sistema reductor indicado, como también el sistema de alimentación fotovoltaica necesario.

Ya determinados los componentes por medio de cálculos, se inicia el diseño y ensamblaje del prototipo, que se lo llevo a cabo en la fábrica Cold Metal, en el sector de Conocoto, ubicado en el cantón Quito.

Finalmente se realiza pruebas de funcionamiento, tanto del sistema de alimentación, como del sistema de compactación, para de esa manera obtener las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

Design and development of a Can Crusher prototype with Photovoltaic drive

CO₂ is the main cause of the greenhouse effect, increasing its concentration in the atmosphere as well as other pollutant gases from industrial processes, causing the formation of a heat radiation screen, increasing the average global temperature. Due to the decrease in the mass of ice at the poles, the sea levels rise progressively, endangering life in many parts of the world, as the greenhouse effect breaks the thermal equilibrium between the energy we receive from the sun and that we emit into the atmosphere.

Renewable energies, as in this case solar photovoltaic energy, are the key to a clean efficient, safe and independent energy future, to avoid nuclear threat and global warming. These are urgent and decisive actions, because of our unconscious consumption and energy production.

Photovoltaic solar energy through photovoltaic cells can directly convert solar energy into electricity. These cells are composed mainly of silicon, have no mechanical parts and they could run indefinitely without wear and directly produce electricity. These panels are located on rooftops, building facades, covering some or all electrical needs. This technology is growing fast, and several countries have developed it such as Germany.

It's necessary to use this type of energy to counteract this problem, integrating it with Waste recycling, as in this case with aluminum beverage cans through a Can Crusher Prototype with photovoltaic panels drive.

Widespread study of renewable energy, and more in depth investigation about Solar Energy is offered, placing greater emphasis in Photovoltaic , prior to designing and developing the prototype.

Then we must determine the deformation factor of beverage cans, found in our market. With this value we can calculate and determine the type of electric motor and gear system indicated, as well as the photovoltaic power system required.

With the technical specification of the components obtained through calculation, the design and prototype assembly begins. This took place in Cold Metal, which is a factory located in Conocoto, Quito.

Finally a performance testing is necessary, in order to determine if the power system as well as the compaction system are working as expected. And obtain the conclusions and recommendations for this research project.

Capítulo 1

Antecedentes De La Investigación

Las energías consideradas primarias como el petróleo, carbón y gas natural, son fuentes susceptibles de agotamiento y deterioran el medio ambiente con gases contaminantes como el CO₂.

El CO₂ es el principal responsable del “efecto invernadero” y de sus efectos directos: el calentamiento de la Tierra y los desarreglos climáticos. La sensibilización ante este problema, así como la subida del precio del combustible, está cambiando muy rápidamente la mentalidad de los seres humanos y es uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos en el Siglo XXI. Existen otro tipo de energías más seguras y menos contaminantes, como son las energías renovables en general, pueden ayudar a combatir esta problemática.

Son las energías renovables o energías del futuro, estas producen energía eléctrica por medio del sol, el viento, el agua, etc. Son inagotables pero aún presentan grandes dificultades, como son el almacenamiento, su eficiencia debido a que las instalaciones tienen menor potencia y el costo de su producción es mucho más elevado, aunque actualmente, la producción de estas energías está aumentando.

También la energía nuclear, una forma de producción de energía eléctrica en grandes cantidades a un costo menor, pero radica mucha polémica sobre ella, debido a que ante una falla en sus centrales, la población corre un elevado riesgo de contaminación radiactiva desastrosa y obviamente genera un fuerte rechazo

de carácter social.

Las energías renovables son formas alternativas más racionales para la transformación y utilización de energía, que inicio su aplicación en zonas sumamente aisladas siendo la más viable para la generación de energía eléctrica en zonas remotas como las que existen en países como Perú y Ecuador donde no llega el cercado eléctrico, utilizando la muy difundida Energía solar.

El reciclaje es un proceso donde los desechos de un tipo de elemento en especial pueden convertirse en otros productos tras su utilidad primaria. Como en el caso del Aluminio este proceso es mucho más barato y se requiere de menor energía que la generación de aluminio. Al reciclar aluminio es necesario únicamente el 5% de la energía, que sería útil para producir aluminio, y mucho mejor cuando se realiza el reciclaje de aluminio usando fuentes como energías renovables, como el caso de la Energía solar, por medio de paneles fotovoltaicos, los cuales se los fabrica por medio de semiconductores de materiales muy puros y monocristalino.

La energía solar, está garantizada para los siguientes 6000 millones de años. El Sol, es una fuente de vida y de origen de las demás formas de energía que hemos utilizado desde los inicios de la historia y satisface todas nuestras necesidades. Se afirma que el sol generara sobre la Tierra alrededor cuatro mil veces más energía que la que consumirá el planeta, por lo que se debe aprovechar al máximo.

El objetivo general del proyecto comprende en diseñar y desarrollar un prototipo de compactación de latas de aluminio por activación solar.

Los objetivos específicos son los siguientes; conocer el fundamento teórico sobre energías limpias como vías alternativas para la generación de energía eléctrica, determinar el mecanismo de accionamiento adecuado para el funcionamiento del prototipo de compactación de latas de aluminio, definir los parámetros técnicos para el diseño y desarrollo del proyecto, determinar la aplicación de la energía solar como una fuente de activación de mecanismos mecánicos, y finalmente realizar pruebas que determinen el correcto funcionamiento del prototipo.

Se propone diseñar y desarrollar el proyecto delimitándose a un prototipo de compactación de las siguientes latas de aluminio para bebidas: Coca Cola de 350ml, Cerveza Pilsener de 330ml y Pony Malta de 330ml.

El proceso de reciclaje es más económico y se requiere de una cantidad inferior de energía que la producción de aluminio. Al reciclar este elemento se requiere únicamente del 5% de la energía para producir aluminio, siendo sumamente sustentable el desarrollo de este proyecto en búsqueda de reutilizar recursos por medio de energías renovables como fuente de activación.

El fin o meta es diseñar el prototipo aprovechando recursos reutilizables como en este caso el Aluminio.

Se propone utilizar energía solar fotovoltaica como fuente de activación de nuestro prototipo, es uno de los métodos más limpios de producción de energía conocidos, por medio de paneles solares puede convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable sin que se produzcan subproductos peligrosos para el medio ambiente. La energía que emite el sol de la que nos llega una

cantidad tal si toda ella se podría aprovechar, bastaría media hora de un día para satisfacer la demanda de energía mundial durante un año entero.

Finalmente establecer los parámetros adecuados para el desarrollo de una compactadora de latas de aluminio a gran escala, que pueda operar a mayor volumen de trabajo e intensivamente.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Energías Renovables

2.1.1 Sistema Energético Actual

La energía es la capacidad potencial de producir trabajo o calor, por medio de las fuentes de energía primaria como el carbón, el gas, petróleo, nuclear, sean renovables o no, para la obtención de trabajo y calor. A partir de estas fuentes se puede obtener electricidad centralizándola, transportándola y distribuyéndola por cable.

José María Fernández Salgado (2009, p.1) afirma que "la energía como algo que no se puede ver, no se puede tocar, no se puede pesar, no ocupa lugar. Ver, tocar, pesar, etc.; son acciones que podemos realizar sobre cualquier objeto, sobre cualquier sistema material y lo que ocurre es que la energía no es un sistema material. La energía (del griego *enérgeia*, "que contiene trabajo") es una propiedad que se encuentra asociada a los sistemas materiales".

Alrededor del 75% de la energía primaria consumida mundialmente proviene de combustibles fósiles, gas natural 17%, carbón 25% y petróleo 36%. Solamente un 5% pertenece a la hidroeléctrica, un 4% proviene de centrales nucleares y el 13% restante de fuentes como combustión de madera o de biomasa en general. Es decir el sistema energético actual se basa en el consumo de carbón, petróleo y gas natural como fuentes de energía primaria.

Resulta evidente en el plazo de dos generaciones la humanidad vivirá un mundo sin petróleo, se puede decir que en noventa años se agotara el petróleo en 125 años el gas natural y 615 para el carbón. El caso del carbón se trata de un periodo más largo pero su problemática es la gran contaminación que produce su combustión, su alto contenido de azufre provoca la aparición de óxidos causantes de la lluvia ácida que es una prueba del estado de los bosques del centro y norte de Europa.

En determinados países hacen de la energía la verdadera moneda de cambio y el mejor medio de dominación política. Al depender de una única fuente de energía existen riesgos económicos, por lo que debemos diversificar y aprovechar de forma racional los recursos endógenos generando economías más estables y menos dependientes.

2.1.2 Cambio Climático

El CO₂ es uno de los principales causantes del efecto invernadero. La energía solar que llega a la tierra se invierte, de día, en calentar el planeta y un escaso 0,3% de la misma en la fotosíntesis vegetal. Durante la noche la tierra se enfría emitiendo radiación calórica al espacio que la envuelve. Es así que la tierra mantiene una temperatura media constante que oscila muy lentamente a lo largo de millones de años. Pero el aumento de concentración de CO₂ en la atmósfera como también de otros gases contaminantes que provienen de procesos industriales provoca la aparición de una pantalla para la radiación calórica aumentando la temperatura media terrestre. La vida terrestre se ve afectada, la humedad relativa, los índices pluviométricos, las temperaturas diurnas y nocturnas varían debido al cambio climático y el aumento acelerado de la

superficie de los desiertos.

Debido a la disminución de la masa de hielo de los polos provoca la elevación de manera progresiva del nivel del mar, poniendo en peligro la vida de multitud de puntos del planeta, ya que el efecto invernadero rompe el equilibrio térmico entre la energía que recibimos del sol y la que emitimos hacia la atmósfera.

Gregorio Gil García (2008, p.61) señala lo siguiente "El protocolo de Kyoto, firmado en 1997, es el instrumento legislativo más importante disponible para la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Fue ratificado por España en 2002. En el que los países industrializados se comprometieron a reducir sus emisiones un 5% en 2010 con respecto a 1990".

2.1.3 Deforestación

El proceso de deforestación agrava de forma consecuente el efecto invernadero debido a que la materia vegetal es la que se encarga de retirar el CO₂ atmosférico manteniendo su concentración en equilibrio. Lo que favorece al mismo tiempo la pérdida de la cubierta vegetal y el arrastre por escorrentía de suelo fértil impidiendo el crecimiento de innumerables especies vegetales y dificulta la absorción de agua por el terreno.

2.1.4 El Peligro Nuclear

La problemática de la energía nuclear se la considera dual debido a su seguridad y la fiabilidad de sus centrales. Se ha demostrado falso lo de su gran seguridad como la catástrofe sucedida en Chernóbil en Ucrania, como un ejemplo significativo del potencial destructor de los escapes radiactivos.

Quien podría garantizar que en siglos los sistemas de almacenamiento de residuos nucleares sufran un sin número de cambios naturales, o provocados por el hombre.

La energía nuclear no es barata, simplemente representa peligros y perjuicios tanto en las zonas donde están localizadas la centrales, los cementerios de residuos y durante el transporte del material radioactivo.

2.1.5 ¿Que son las Energías renovables?

José María Fernández Salgado (2009, p.3) define que "las energías renovables son, junto con el ahorro y eficiencia energética, la llave para un futuro energético limpio, eficaz, seguro y autónomo. Un futuro que debe hacerse presente con medidas urgentes y decididas, como única forma para evitar la amenaza nuclear y el calentamiento global del planeta, problemas que se deben a nuestro desenfrenado consumo de energía y a su irresponsable e irracional modo de producción".

Se puede definir como energías renovables a aquellas que son inagotables desde el periodo de existencia de la humanidad, sean o no provenientes del sol. Se consideran energías renovables a fuentes de radiación solar, atracción gravitacional de la luna y el sol, y el calor interno de nuestro planeta. El hombre ha logrado calor y trabajo por medio de fuentes renovables de energía, como por ejemplo se puede considerar procesos renovables que eviten el consumo masivo de energía, como materias primas, si es que estas pueden ser producto del reciclaje.

La energía solar es acumulada en forma de moléculas orgánicas por la

naturaleza, es producto de la fotosíntesis que es llevado a cabo por las plantas y transformaciones en la cadena trófica por medio de procesos metabólicos de los seres vivos. La forma más antigua de aprovechamiento de la energía solar era la combustión de materia vegetal como residuos agrícolas o forestales.

El biogás es un combustible procedente de la descomposición anaerobia (sin presencia de oxígeno) de la materia orgánica, se trata de una mezcla de metano, dióxido de carbono y una pequeña cantidad de ácido sulfhídrico.

La energía eólica y la hidráulica han desarrollado ancestrales avances tecnológicos. Desde la vela, el molino de viento de Persia y el molino de agua son los vivos ejemplos de su desarrollo.



Fig. 2.1 Proyecto Villonaco Loja-Ecuador

Fuente: <http://www.energia.gob.ec/villonaco/>

Actualmente las tecnologías más recientes permiten obtener energía eléctrica de la radiación solar por medio del efecto fotovoltaico, gracias al conocimiento científico y tecnológico que nos permiten obtener energía por medio de fuentes renovables.

Se considera renovable a procesos que no alteren el equilibrio térmico del

planeta, que no genere residuos irrecuperables y que su velocidad no sea superior a la de la regeneración de la fuente energética y la materia prima utilizada. El ahorro energético debe ser considerado como el objetivo de cualquier política energética, la energía más barata es la que no se necesita consumir.

2.2 Implantación y desarrollo de Tecnologías renovables

2.2.1 Biomasa:

- Uso de residuos forestales.
- Igualmente el uso de Plantas o cultivos agroenergéticos para su combustión directa.
- Obtener biogás a partir de digestión anaerobia de residuos ganaderos.
- Biocarburantes a partir de productos agrícolas para reducir la contaminación de los vehículos.

2.2.2 Energía Solar Térmica:

- Obtención de A.C.S. (agua caliente sanitaria).
- Calefacción de piscinas.
- Arquitectura solar pasiva, que representa ahorro energético en edificios muy significativos hasta un 90%.
- Obtención de A.C.S. Para instalaciones colectivas (escuelas, polideportivos, hoteles, etc).
- Sistemas de calefacción por suelo radiante.

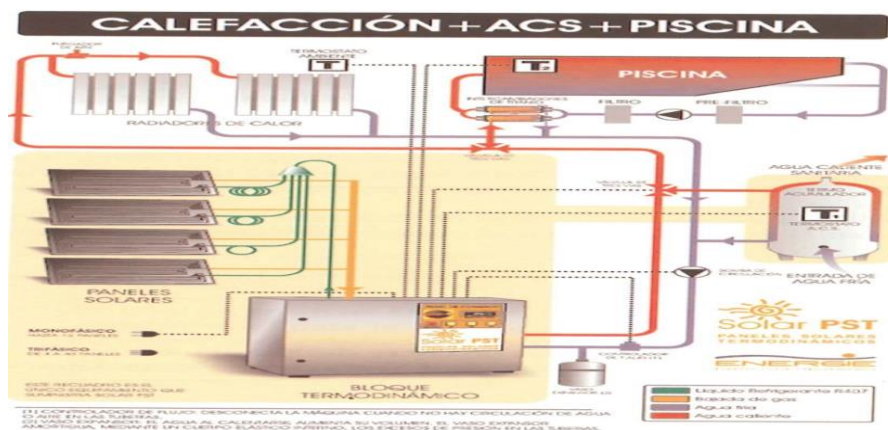


Fig. 2.2 Ejemplo de un circuito solar-térmico

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.320.

2.2.3 Energía Solar Fotovoltaica

- Representa una de las mejores perspectivas de desarrollo, su costo de implantación se ha reducido a la mitad en los últimos diez años ofreciendo cada vez más fiabilidad y mejores prestaciones.
- Electrificación de zonas aisladas de la red eléctrica.
- Telecomunicaciones.
- Señalización.
- Protección catódica.
- Sistemas autónomos de iluminación pública.
- Bombeo de agua para riego.

2.2.4 Energía Eólica

Son rentables a gran escala para empresas productoras de electricidad, por ejemplo los parques eólicos de Tarifa-España, y en Loja-Ecuador "El Villonaco".

La energía Eólica puede trabajar conjuntamente con la energía solar fotovoltaica, integrándose en las instalaciones eólico-fotovoltaicas.



Fig. 2.3 Proyecto Villonaco II Loja-Ecuador

Fuente: <http://www.energia.gob.ec/villonaco/>

2.3 Como incentivar la implantación de Energías Renovables

Por lo general se escucha que organismos públicos y privados estén a favor de tecnologías limpias respetando el medio ambiente y que sean de desarrollo sostenible. Se debe actuar con medidas reales en lo referente al sistema actual energético y productivo en materia energética y medio ambiental. Por lo que se debería realizar los siguientes:

- Incremento de los porcentajes de reducción de emisiones de CO₂ y reducir sus plazos de cumplimiento.
- Establecer incentivos fiscales por el uso de energías renovables.
- Imponer medidas por emisión de contaminantes de acuerdo al tipo de cantidad del mismo.

- Obligar a establecimientos hoteleros según la zona climática, que se encuentre clasificado el uso de agua caliente a partir de energía solar térmica, e igualmente tanto en instalaciones y edificios, sean públicos o privados.
- Prohibir el uso de energías convencionales para el calentamiento de piscinas públicas y privadas estableciendo porcentajes de cobertura de calefacción con energías renovables.
- Establecer organismos de control para la reutilización de productos reciclables.
- Controlar la reutilización energética de los desechos vegetales agrícolas y forestales.
- Normalización del uso de biogás de procedencia anaerobia.
- Determinar ciertas instalaciones públicas académicas, la implantación de energía solar fotovoltaica, debido a su alta demanda.
- Implementar materias para la formación técnica e investigativa de energías renovables, de ahorro y eficiencia energética en mallas académicas tanto en colegios y universidades.

2.4 Energía Solar

Desde hace mucho tiempo ha existido la necesidad de abandonar las energías más contaminantes y pasar a otras tecnologías que lo sean mucho menos, como aquellas que se encuentran en su plena madurez tecnológica, pero por lo general se tiende a detener la aplicación de las energías alternativas, en particular

instalaciones de energía solar tanto térmica como fotovoltaica ya que ello disminuye la venta de combustibles fósiles y electricidad en general.

Según José María Fernández Salgado (2009, p. 103) "La energía solar es uno de los métodos más limpios de producción de energía conocidos, tanto la energía solar térmica por medio de colectores que utilizan la radiación solar para calentar un determinado fluido caloportador (generalmente agua) a una cierta temperatura para usos residenciales, industriales y de servicios. Por otro lado la energía solar fotovoltaica por medio de los paneles solares puede convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable sin que se produzcan subproductos peligrosos para el medio ambiente".

El sol es la estrella más próxima a la tierra con un radio de unos 700.000 Km y una masa de 2×10^{30} Kg, unas 330.000 veces la de la Tierra. A su alrededor giran los planetas del sistema solar, su densidad es 1.42×10^3 Kg / m³. Su superficie ronda los 6.000°C aunque en las manchas solares esta alrededor de los 4.800°C, estas manchas solares tienen una gran influencia en el clima terrestre. En su núcleo se alcanza presiones de 250.000 millones de atmósferas, esta es la fuente de toda la energía del sol y aquí se da lugar a las reacciones nucleares de fusión. También irradia grandes cantidades de energía hacia el espacio, una pequeña parte es interceptada por la Tierra la cual, según Boaz Moselle (2010, p.) "equivale a alrededor de 15.000 veces la tasa actual de uso de combustibles fósiles y nucleares de la humanidad".

El sol se encuentra a 149.5 millones de Km y su luz tarda 8.3 minutos en llegar a la superficie terrestre, con una velocidad de 300.000 Km/s. La radiación solar llega a la Tierra como ondas electromagnéticas las cuales se desplazan por

el espacio en distintas direcciones, debido a que estas no necesitan un medio físico para su propagación. Este efecto se lo conoce como radiación y se refiere a un fenómeno físico vibratorio en forma de ondas. Aquella energía que llega a la parte alta de la atmósfera es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda, compuesta por radiación ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja, es decir, el espectro solar terrestre.

Constantemente el sol emite enormes cantidades de energía en forma de ondas, el flujo total de energía solar en todo rango de frecuencias equivale a 3.8×10^{23} KW, y solo una pequeña parte llega a la tierra. De toda la energía que proviene del sol una gran parte la absorbe la atmósfera. Para medir la cantidad de energía solar que llega a la frontera exterior que delimita la atmósfera se establece la denominada constante solar, que es la cantidad de energía que recibirá la superficie de la Tierra si no existiera la atmósfera, es decir esta constante nos permite conocer el valor de energía que incide de manera perpendicular en un 1m^2 de la parte exterior de la atmósfera.

Se conoce como constante solar recogida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares. Su valor es de 1.353 W/m^2 y varia $\pm 3\%$ durante el año por ser la órbita terrestre elíptica.

La radiación solar incide sobre la superficie terrestre después de haber atravesado la atmósfera, debilitándose por efecto de reflexión, difusión y absorción de la materia atmosférica. Se puede decir que como mucho las $3/4$ partes de la energía que proviene del exterior alcanza la superficie, el resto de ella se refleja en la atmósfera y se dirige al espacio exterior, las nubes son altamente responsable de ello. El ozono y otros gases de la atmósfera absorben una gran

cantidad de la radiación ultravioleta e infrarroja, casi completamente. La luz visible e infrarroja, se absorben por otros componentes atmosféricos como el vapor de agua.

A través de los fenómenos de reflexión, difusión y absorción podemos establecer que la radiación que incide en la atmósfera no coincide con la que se dispone a nivel del mar. En óptimas condiciones atmosféricas, día soleado y despejado, se registra un valor de luz solar de 1000 W/m^2 en una superficie de 1m^2 perpendicular a sol, pero pueden surgir otras situaciones en las que la radiación solar tenga otros valores, según el día, el lugar o la región y la latitud.

En lugares como el sur de California, España y Grecia principalmente, los niveles de radiación del sol son más del doble siendo suficientemente potentes para generar vapor de agua por medio de espejos como concentradores. Este vapor posteriormente se lo utiliza en una turbina conectada a un generador produciendo finalmente electricidad. También otros sistemas como los colectores cilíndrico-parabólicos y los sistemas disco motor pueden ser utilizados de manera híbrida en centrales térmicas convencionales.

2.4.1 Fuentes De Energía Renovable Basadas En El Sol (Tecnologías Renovables) "Electricidad Solar Térmica"

Existe la leyenda griega en la que Arquímedes ordena a sus soldados a usar sus grandes y brillantes escudos para concentrar el reflejo de los rayos del sol sobre las embarcaciones romanas que se acercaban a las costas de Siracusa, prendiéndoles fuego, esto sucedió en el año 212 a. C. A pesar de que este relato histórico está tildado de leyenda, en la actualidad ha sido puesto a prueba

obteniendo resultados positivos, en el experimento se usaron 60 espejos de 1 x 1,5 m que apuntaban a un barco de madera situado a 50 metros.

Varios sistemas de generación de electricidad solar térmica usan el mismo principio, la energía del sol de manera directa o concentrada, para dar movimiento a un motor térmico que al girar mueve un generador eléctrico. Un motor térmico (un motor de vapor, por ejemplo) transforma el calor en trabajo mecánico, la eficiencia de estos motores aumenta de acuerdo al incremento del diferencial de temperatura entre ambas fuentes de calor.

De acuerdo a Boaz Moselle (2010, p 128) "Las plantas de energía solar termoeléctrica dependen mucho de la radiación solar, la cual no es constante y varía diariamente y en cada estación del año, por esta razón hemos visto que muchos sistemas termoeléctricos incluyen una planta auxiliar de combustible fósil para así ayudar con la demanda de electricidad con el fin de que sea entregada de manera continua y sin interrupción. Actualmente el costo del kW/h generado por una planta termoeléctrica es de 9-12 centavos de dólar, el cual está por encima del precio comparado a los sistemas convencionales de generación de electricidad como los más comunes de represas hidroeléctricas".

2.5 Energía Solar Térmica

El aprovechamiento de la energía solar térmica se asocia a usos residenciales para agua caliente sanitaria, como también en calefacción incluso refrigeración. Permite el ahorro de energía de los combustibles convencionales que son caros, muy contaminantes y sometidos a variaciones de precios. Pero no debemos dejar de lado a los sistemas convencionales como apoyo en situaciones de climatología

adversa, discontinuidad típica entre la noche y el día por lo que no sería capaz de aportar la energía demandada.

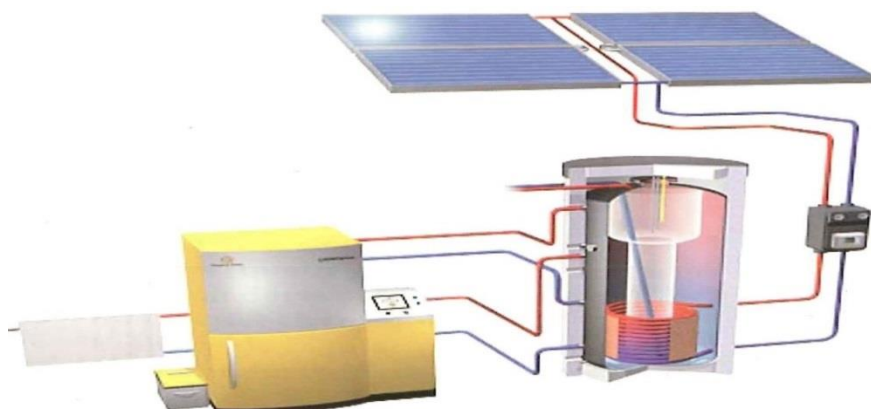


Fig. 2.4 Circuito solar-térmico

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.294

La energía solar térmica es muy eficiente, por medio de concentración de la energía del sol, se transforma en calor para aplicaciones tanto domésticas, como industriales. Su transformación se lleva a cabo a través de colectores solares, que almacenan e incrementan el calor producido por la radiación solar en su superficie. Este colector utiliza la radiación para calentar un fluido que generalmente es agua a una cierta temperatura dependiendo el diseño y tipo de colector que puede oscilar entre los 20°C y varios miles. Por lo que se clasifica en energía solar térmica de baja, media o alta temperatura. Será más complejo su diseño a temperaturas más altas, en el caso de sistemas de baja temperatura (inferior a los 100°C) resulta suficiente para cubrir 2/3 de la demanda energética convencional como para fines de calentamiento de agua tanto sanitaria como industrial. Se los denomina simples, de fácil instalación y se amortizaran en pocos años, más que todo debido a que el combustible es gratuito. Estas instalaciones de baja temperatura son silenciosas, limpias, no cuentan con piezas móviles y cuentan

con una vida útil (20 años aproximadamente).



Fig. 2.5 Colector solar-térmico

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.289.

Debido a su sencillez y madurez tecnológica es una pieza clave a lo referente a las energías renovables. Posee un desarrollo sostenible responde a las necesidades presentes y no pone en peligro a las futuras. Contribuye a la conservación del medio ambiente, permite un desarrollo económico más equilibrado, no emite ningún tipo de contaminante a la atmósfera ya que su energía se produce donde se consume.



Fig. 2.6 Colectores solar-térmicos sobre un tejado

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.307.

El interés general por este tipo de energía se da lugar debido al fuerte incremento de los precios del petróleo que inicio en 1973, es así que a finales de los años 70 e inicios de los 80 se dio lugar a la instalación de millares de m2 de colectores en España, pero posteriormente esto se redujo debido a la bajada de los precios del petróleo. Ya en los años 90 los precios de los combustibles se incrementaron nuevamente y la tecnología EST llego a su plena madurez, obteniendo altos niveles de calidad, un compromiso social cada vez más firme y de forma general apoyando la implementación de las energías renovables.

2.6 Energía Solar Fotovoltaica

Por medio de células fotovoltaicas se puede convertir directamente energía solar en electricidad, difícilmente se podrá encontrar algo más directo que la energía solar fotovoltaica. Las células fotovoltaicas están compuestas principalmente de silicio, el elemento más abundante en la naturaleza. Al no contar con elementos mecánicos en teoría se podría decir que puede funcionar indefinidamente sin desgaste y directamente producir electricidad.

Los paneles se encuentran montados en tejados como también en fachadas de edificios, proporcionando algunas o todas las necesidades eléctricas. Esta tecnología va creciendo rápidamente y varios países la han desarrollado como Alemania. Estas células fotovoltaicas hacen una contribución altamente significativa en el mundo para las próximas décadas pero lamentablemente su consumo es sumamente pequeño, debido a que los módulos FV son altamente costosos y son producidos en cantidades muy pequeñas. La energía solar también puedes ser utilizada indirectamente como el caso de la bioenergía y la hidroeléctrica y como también con otras energías renovables como el caso de la

energía eólica.

Fue descubierta por Becquerel quien en 1839 publicó un estudio acerca de sus experimentos con una batería húmeda donde observó que unas láminas al ser expuestas al sol aumentaban su tensión eléctrica. Como también sucedió en 1893 cuando Fritts en Nueva York construyó la célula solar de selenio muy similar a las de silicio, la cual constaba de una capa de selenio delgada cruzada por una malla de cables de oro delgados y una cubierta además de una lámina de cristal. Como Gregorio Gil García (2008, p.164) señala "Definimos la eficiencia de una célula solar como el porcentaje de energía que llega a estas células y que es convertido finalmente en electricidad".

En 1950 aparece el impulso definitivo de células solares altamente eficientes, tuvo lugar en los laboratorios de Bell Telephone, Nueva Jersey, donde Chapin, Fuller y Pearson al investigar los semiconductores, materiales no metálicos como el Germanio y Silicio los cuales generan pequeña resistencia al paso de corriente. En este mismo laboratorio 2 años antes construyeron el revolucionario transistor, fabricado de semiconductores, generalmente de Silicio.

En 1953 este mismo equipo repite el efecto fotovoltaico con Silicio, un año más tarde publican un artículo indicando haber tenido éxito aumentando la eficiencia de las células de Silicio hasta un 6%. Sus primeras aplicaciones fueron como sistemas de alimentación para amplificadores de teléfonos rurales, aunque resultaban demasiado caros como fuente de alimentación.

En 1958 ya en los primeros transmisores de radio de satélites artificiales se utilizaban células solares. En las últimas décadas ha existido un notable progreso

tanto en eficiencia como en reducción de costos, ha tenido aplicaciones como en telecomunicaciones, iluminación, entre otras, donde una fuente de energía convencional resultaría muy costosa.

Para obtener mayor potencia debemos agrupar las células en forma de paneles rectangulares, en forma de un módulo, debido a que una célula FV tan solo obtiene 1,5W. Actualmente ha habido un crecimiento de edificios comerciales, industriales y domésticos que poseen paneles de células FV, por lo que pueden captar una elevada proporción de energía. Igualmente en países como Estados Unidos, Italia, Alemania, España y Suiza donde existen parques FV donde se logra obtener varios MW de electricidad que se conecta a la red eléctrica.

Tabla 2.1 Capacidad Fotovoltaica anual instalada/prevista

Capacidad Fotovoltaica anual instalada/prevista (MW): Resultado de Mercado vs. Predicciones del Escenario Solar Generation (SG) desde 2001										
Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Resultado de Mercado	334	439	594	1052	1320	1467	2392			
SG I 2001 (MW)	331	408	518	569	839	1060	1340	1700	2150	2810
SG I 2004 (MW)					986	1283	1675	2190	2877	3634
SG I 2006 (MW)						1883	2540	3420	4630	5550
SG I 2007 (MW)							2179	3129	4339	6650
SG I 2008 (MW)								4175	6160	6950

Fuente: Boas Moselle, 2010, pp.47-48.

Hasta la fecha la mejor eficiencia de unión de células de Silicio es del 24% en laboratorio. Los mejores módulos FV en el mercado cuentan con una eficiencia de 17% y se espera alcanzar el 20% en una meta de 10 años.

2.6.1 Los Componentes De La Radiación Solar

Al sol se lo conoce como una fuente de energía poderosa, la cual puede ser transformada en energía eléctrica, por medio de un proceso denominado efecto fotovoltaico (FV) en celdas solares que van montadas en los paneles. Según la trayectoria de la luz solar podemos clasificar a la radiación en 3 tipos, **directa**, **dispersa** y **albedo**.

La radiación solar **directa** incide sobre cualquier superficie con un ángulo preciso y único. La radiación solar hace su trayectoria en línea recta, sin embargo los gases y las partículas de la atmosfera pueden desviarla, lo que se denomina **dispersión**.

Los gases de la atmosfera irradian de manera efectiva las longitudes de onda cortas (violeta y azul) que las longitudes largas (naranja y rojo). Esta sería en este caso la explicación del color azul del cielo, e igualmente el rojo y naranja del amanecer y atardecer. Al amanecer, la radiación en este caso genera un mayor espesor de atmosfera.

Conocemos como **albedo** a la proporción de la radiación que es reflejada por la superficie de la tierra. Varía de acuerdo a la situación demográfica, de un momento a otro. La cantidad de radiación directa, difusa, y albedo recibidas por una superficie depende de:

- **Condiciones meteorológicas:** Es decir en un día nublado, la radiación es prácticamente dispersa, mientras que en un día despejado, predomina la denominada directa, que puede acercarse hasta el 90% de radiación solar.

- **Inclinación de la superficie respecto al plano horizontal:** Se recibiría una máxima radiación solar dispersa cuando en una superficie horizontal, y en su entorno no exista objetos de altitud superior de la superficie.
- **Presencia de superficies reflectantes:** Las superficies claras resultan ser más reflejantes, sobre todo en invierno por efecto de la nieve, pero en verano se reduce debido a la absorción del terreno.

2.6.2 La Energía Fotovoltaica y el medio ambiente

Para implementar una instalación solar se deberá consultar las normativas de impacto ambiental respecto a las poblaciones donde se las pretenda ubicar. La energía fotovoltaica FV no consume combustible, durante su aplicación no genera emisiones contaminantes ni para el aire como tampoco para el agua. No se produce polución térmica ni emisiones de CO₂, que favorezcan el efecto invernadero, pero tal vez si se generen residuos durante su fabricación o también al desmantelar la instalación.

Los posibles problemas que puedan llegar a ocasionar, pueden ser:

- Contaminación
- Utilización del terreno
- Impacto visual
- Impacto sobre flora y fauna

Las celdas fotovoltaicas son fabricadas de silicio, un elemento muy abundante en la naturaleza, y del cual no se necesitan grandes cantidades. En su

fabricación no surgen alteraciones de tipo estructural, litológico, y topográfico del terreno.

Al fabricar los captadores o paneles, se producen contaminantes, pero esto depende de la tecnología implementada para ello, como también no implica la utilización de sustancias peligrosas o contaminantes. Debido a su demanda actual puede ser cubierta con los desechos de la industria electrónica. Al culminar su vida útil, deben ser reciclados, junto con las baterías de las instalaciones fotovoltaicas, y deben recibir el tratamiento adecuado.

En cuanto a las necesidades de terreno, esto dependerá del tipo de instalación, sea este centralizado o descentralizado.

Las instalaciones descentralizadas, las necesidades de terreno son prácticamente nulas, ya que pueden aprovechar tejados, fachadas o terrazas de edificios. Como desventaja pueden presentar el impacto visual, pero se lo puede minimizar por medio de tejar solares o paneles dispuestos en las fachadas.

Las instalaciones centralizadas, en cuanto a las necesidades de terreno dependen de la capacidad de la instalación, la eficacia de los generadores fotovoltaicos, etc. Pero en realidad si ocupan grandes espacios, pero ventajosamente no produce contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra que sean trascendentales, solamente para realizar los anclajes de los soportes de los módulos. En este caso no se puede evitar que el impacto sea grande, puede resultar molesto e incluso peligroso desde puntos donde sean observados, como zonas habitadas y carreteras. Para eliminar estos reflejos se planta árboles o setos, sin que se produzcan sombras en la instalación.

El impacto sobre la vegetación es nulo, eliminándose los tendidos eléctricos, se evitan perjuicios sobre las aves. Es absolutamente silencioso y no produce ni ruidos ni vibraciones que molesten a los animales, solamente durante su montaje.

Los paneles solares modifican el microclima local en un 10%, ya que evitan que la radiación solar llegue al medio ambiente circundante. Como podemos ver ni las tecnologías alternativas, como en este caso la fotovoltaica están exentas de producir impactos hacia el medio ambiente.

2.6.3 El Efecto Fotoeléctrico

José María Fernández Salgado (2009, p.99) define como efecto fotoeléctrico "la aparición de una corriente eléctrica en ciertos materiales cuando estos se ven iluminados por radiación electromagnética, sin que sea necesario que aparezca o intervenga ningún efecto mecánico o físico".

Heinrich Hertz descubrió experimentalmente la fotoelectricidad en 1887, pese a que esto fue una incertidumbre durante mucho tiempo para los científicos. Sin embargo en 1905 esto cambiaría cuando Albert Einstein aportara con una definición para este efecto.

2.6.4 Los Semiconductores

Una parte muy importante para el avance de la transformación solar fotovoltaica es el semiconductor, elementos como el silicio, el germanio, sales, etc. Poseen otras tienen características naturales como tener dos tipos de corriente eléctrica; una con electrones libres y otra llamada "huecos" con una carga positiva. La característica más importante de los semiconductores es que la resistencia

eléctrica del material puede disminuir si añadimos impurezas (dopantes). Los dopantes son elementos parecidos en estructura y valencia química al material original.

Como sabemos el elemento más usado en los semiconductores es el Silicio, y para la construcción de células fotovoltaicas necesitamos obtener al Silicio como cristal de alta pureza y posteriormente añadirle de impurezas como el fósforo o arsénico para hacerlo de tipo n, o usando boro o galio para tipo p. Este proceso es muy costoso y complejo ya que las concentraciones de impureza son medidas en infinitesimales (de 10^{16} a 10^{19} átomos de impureza por cm^3), y requiere de una tecnología de vanguardia para lograrlo.

2.6.5 El Silicio

Se considera después del Oxígeno, como el elemento más exuberante, se encuentra en casi todas las rocas, sin embargo, para llegar a su forma más cristalina sin imperfecciones este debe someterse a procesos demasiado costosos. En el mercado a pesar de lo antes mencionado las células fotovoltaicas normalmente están formadas por una delgada capa de semiconductor, frecuentemente de Silicio.

2.6.6 Células Fotovoltaicas

Los paneles solares están compuestos por células fotovoltaicas, estos se encargan de transformar la energía luminosa (fotones) en electricidad.

Conocemos como materiales conductores de electricidad, tal como el cobre, a aquellos por donde libremente se da el paso de electrones libres. Denominamos como materiales aislantes, como el plástico y el papel, a los que oponen una alta

resistencia al paso de corriente eléctrica.

Así podemos encontrar materiales conocidos como semiconductores, como el silicio, el germanio, y el arseniuro de galio. Si estos materiales se encuentran a 0 K son aislantes, pero si reciben energía luminosa, se acercan a los conductores y son capaces de producir corrientes de electrones, como ocurre en las células fotovoltaicas, que por lo general son a base de silicio.

Como menciona Antonio Madrid (2008, p. 349) "Los semiconductores, como el silicio, en el caso de las células fotovoltaicas, al ser expuestos a la radiación solar, que contiene energía luminosa (fotones). Los fotones aportan de energía a los electrones de valencia de los átomos de silicio. Si esta energía es capaz de vencer la fuerza que mantiene los electrones unidos al átomo, se liberan y llegan a formar una corriente de electrones, es decir electricidad, llevándose a cabo el efecto fotoeléctrico".

El silicio al encontrarse en estado puro, no es posible considerarlo como fotoconductor, por esto se le adiciona átomos de fósforo, que tienen 5 electrones en su capa externa. La capacidad de las células de silicio es bajo (13 al 25%), se considera como capacidad o rendimiento, a la energía luminosa que realmente se transforma en electricidad.

También existen células de sulfuro de cadmio, son más económicas pero su rendimiento es 3 veces más bajo que el silicio. En general la energía que genera una célula fotovoltaica es muy pequeña (1,1 a 1,7V), para conseguir un valor considerable se deben agrupar a las células. La electricidad que se genera es continua, por lo que se emplea un inversor, para pasarla a corriente alterna.

2.6.7 Tipos de células Fotovoltaicas

El material más empleado es el silicio, es muy exuberante en la naturaleza, pero se lo encuentra combinado con el oxígeno, formando óxido de silicio (SiO_2). En la naturaleza la cuarcita es un mineral que está compuesto 90% por óxido de silicio, para obtener el silicio de dicho material conseguimos diversos tipos según su pureza, así tenemos:

1. **Silicio de grado metalúrgico:** Contienen 99% de pureza, se obtiene a partir de la cuarcita, es destinado para usos industrializados, pero aun así no es significativo con ese grado de riqueza para conseguir células fotovoltaicas.
2. **Silicio de grado electrónico o solar:** Inicialmente fue empleado en el desarrollo de ordenadores, un silicio de alta pureza, y los recortes de silicio han sido dedicados a la fabricación de células fotovoltaicas. Con los avances tecnológicos ya es posible fabricar silicio de grado solar, este parte del metalúrgico. El cual pasa a gas (triclorosilano) por medio de un proceso químico. De este gas se extrae un silicio de altísima pureza, al que se le conoce como polisilicio.

Antonio Madrid (2009, p.347) señala que "ante la elevadísima demanda de silicio de grado solar surgieron subidas de su precio, pero actualmente cada vez aparecen mayores instalaciones de fábricas para afrontar esta demanda. Igualmente cada vez aparecen tecnologías de purificación superiores", presentándose estos tipos comerciales de silicio:

1. Silicio monocristalino: Se trata del mejor y más costoso. La mayor cantidad de células fotovoltaicas en la actualidad están fabricadas de este material. Su fabricación empieza por la purificación, fundición y cristalización del silicio en lingotes, posteriormente se los corta finamente para la aplicación en células monocristalinas. Estas son sus características:

- Rendimiento energético 12 – 16%.
- De fabricación compleja, consume considerable cantidad de energía eléctrica, incrementando su costo.

2. Silicio Policristalino: Posee menor rendimiento que el monocristalino, es más barato por lo que ha aumentado su aplicación, ya que reduce el costo de kilovatio solar. Recibe este nombre debido a que su cristalización se da lugar en el cristalino. Características:

- Rendimiento energético 11 – 14%.
- Es obtenido de la fundición del material semiconductor, es vertido en moldes rectangulares, esto hace que su estructura cristalina no sea uniforme.
- La fabricación de estos dos tipos de semiconductores es bastante similar, la diferencia más notoria es que para obtener una célula fotovoltaica poli-cristalina se utiliza Silicio de menor calidad y costo.

3. Silicio Ribbon: En este caso, en lugar de tomar un lingote de silicio y cortarlo, lo que se hace es estirar el silicio fundido, finalmente funciona igual que las anteriores.

Estos 3 tipos de silicio son cortados a espesores de 200 μm aproximadamente, también existen más delgadas aun de hasta 5 μm , pero poseen un rendimiento más bajo, sin embargo son más baratas y resulta fácil su instalación en tejados.

4. Silicio amorfo: Es más barato, posee menor rendimiento que el silicio cristalino, su capa se coloca sobre un sustrato (acero, vidrio y plástico) a una temperatura de 200 a 300°C. A temperaturas bajas hace posible la utilización de sustratos de menor costo, ya que cuando las temperaturas de deposición son muy altas, se necesitan de materiales mucho más costosos que resista a altas temperaturas. Este tipo de silicio posee una alta absorción de luz, por lo que es posible utilizar capas extra delgadas (1 μm), pero la misma intensidad lumínica genera su degradación de forma progresiva, disminuyendo su rendimiento. Cuando este es nuevo su rendimiento es del 12%.

5. Micro-silicio: Se trata de células de silicio muy delgadas (aproximadamente 5 μm), por medio de estas es posible reducir costos respecto a las de mayor grosor. Ventajosamente su degradación con la luz es inferior, manteniendo sus características.

Tabla 2.2 Tipos de Celdas

Tipo de celda	Eficiencia		Ventajas	Desventajas
	Laboratorio	Producción		
Silicio Monocristalino	19.1 %	12 a 16 %	Tecnología bien desarrollada y probada. Estable Mayor eficiencia Se fabrica en celdas cuadradas	Emplea mucho material caro Mucho desperdicio (casi la mitad) Manufactura costosa
Silicio Policristalino	18%	11 a 14 %	Tecnología bien desarrollada y probada. Estable Buena eficiencia Celdas cuadradas Menos costoso que el monocristal	Material Costoso Mucho desperdicio Manufactura costosa Menor eficiencia que el silicio monocristalino
Silicio Amorfo	11.5 %	4 a 8 %	Utiliza muy poco material Alto potencial y producción muy rápida Costo bajo, 50% del silicio cristalino Menos afectado por bajos niveles de insolación	Degradación pronunciada Menor eficiencia Menor durabilidad

Fuente: José María Fernández, 2009, p.117

2.6.8 Células Solares de otros materiales

Además de células fotovoltaicas de silicio, existen otras como las siguientes:

- 1. Células GIGS:** Son de células fotovoltaicas de cobre, indio, galio y diselenuro. Son muy delgadas, su rendimiento es alto y costo es bajo, por lo que representan para muchos la base de los paneles fotovoltaicos del futuro. Poseen un elevado coeficiente de absorción, es decir 99 de los fotones que inciden sobre su superficie. A pesar de que su costo es bajo su fabricación es compleja y muy cara, como también su capa de cadmio representa el inconveniente de ser un material toxico.

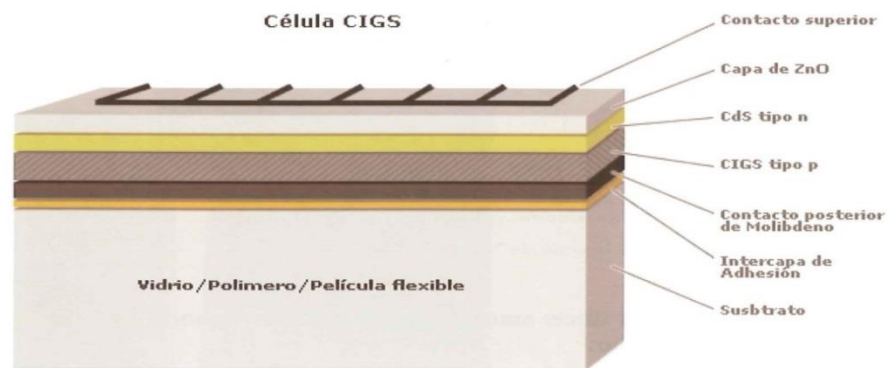


Fig. 2.7 Células GIGS

Fuente: Antonio Madrid, 2010, p.350

- 2. Células de Teluro de Cadmio:** Son de capa ultra-delgada, de tipo "p" de telurio de cadmio, una fina tipo "n" CdS, también una de óxido conductor transparente y un sustrato de vidrio. Representa una tecnología en desarrollo, su fabricación no es complicada, pero desventajosamente los materiales empleados son caros, y el cadmio es considerado como tóxico.

2.7 Instalaciones Solares Fotovoltaicas: Aisladas, Conectadas A La Red Y Centrales Fotovoltaicas

2.7.1 Instalaciones Solares Fotovoltaicas Aisladas

Su fin es el de dar suministro de electricidad a casas o instalaciones aisladas donde no llega la red de distribución eléctrica, sin haber redes cercanas o alejadas, por ejemplo en poblados de África, casas de vacaciones de los Alpes, etc.

2.7.2 Instalaciones Solares Fotovoltaicas Conectadas A La Red

En este caso este tipo de instalación se encuentra cerca de una red de

distribución de electricidad, por lo que la energía producida se puede comercializar. Por ejemplo, una nave que posee una instalación fotovoltaica, y en horas demasiado soleadas, se presenta un exceso de producción, enviándose a la red eléctrica y obtener beneficio económico.

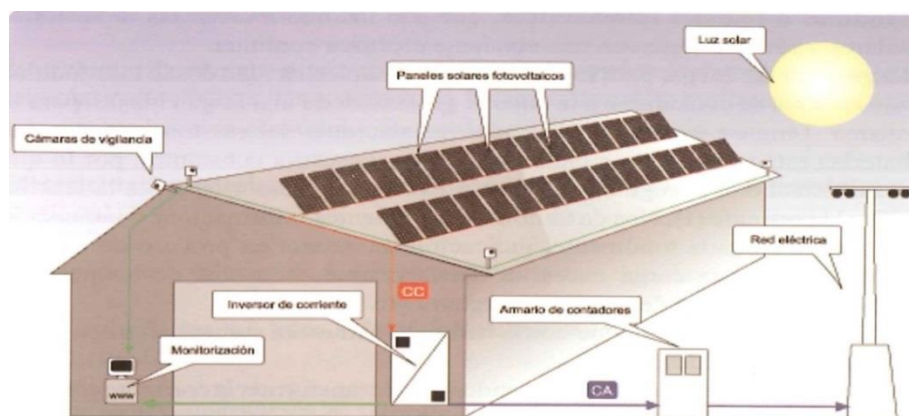


Fig. 2.8 Instalaciones conectadas a la Red

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.363.

2.7.3 Centrales Solares Fotovoltaicas

Conocidos también como huertos solares, su finalidad es vender la electricidad a la red eléctrica, suelen ser instalaciones muy extensas para la optimización de su producción.

Inicialmente se pensó que instalaciones solares aisladas serían las que más se proliferarían, y en efecto en un principio fue así, pero actualmente se han impuesto las conectadas a la red, que pueden ser más rentables. Las instalaciones aisladas cumplen con una misión social, por lo que se seguirán extendiendo, ya que muchas ONG (Organizaciones no gubernamentales) han visto que la manera más efectiva de llevar progreso a aldeas de África u otros continentes, es mediante este tipo de instalaciones, que dan diversos servicios

como los siguientes:

- Luz eléctrica en hogares
- Bombear agua desde un pozo e incluso potabilizarla
- Ordenadores y acceso a internet

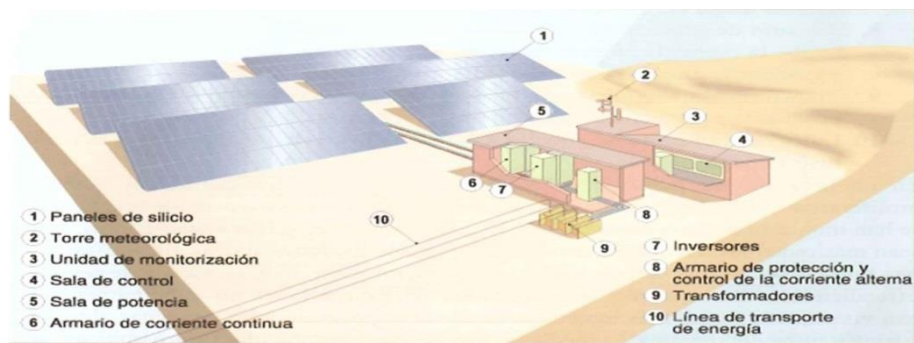


Fig. 2.9 Central Solar Fotovoltaica

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.361

La elección de un sistema solar fotovoltaico adecuado se debe realizar por medio de un estudio, de la zona, los datos meteorológicos, necesidades eléctricas diarias, y tener cuidado con sobredimensionar el sistema, lo cual lo único que se consigue es aumentar los costos.

2.7 Sistemas Fotovoltaicos De Concentración

Sistemas solares fotovoltaicos de paneles absorben la radiación solar normal y la transforman en energía eléctrica.

Es posible concentrar las radiaciones en un solo punto o línea para conseguir mayor rendimiento, pero el costo es mayor. Lo que se hace es disponer de un gran campo de lentes (más baratos que los paneles solares fotovoltaicos de

silicio) los cuales concentran las radiaciones solares en un punto o línea, que se trata de un módulo fotovoltaico considerado de área reducida (más costoso que los paneles fotovoltaicos planos).

En el área de este módulo fotovoltaico es donde se concentran las radiaciones solares de las lentes ya mencionadas anteriormente, representa unas 400 veces menor que los módulos fotovoltaicos necesarios para obtener la misma cantidad de energía eléctrica. Es decir un campo solar fotovoltaico con un área total de 400 m² de paneles solares planos es equivalente a un 1 m² de un módulo fotovoltaico del sistema de concentración, y produce la misma cantidad de energía.

Por medio de esta tecnología se produce una reducción en el consumo de silicio, ya que como en el ejemplo anterior en 400 m² se necesita de mucho silicio. Igualmente se obtienen rendimientos más altos (24% aproximadamente) en comparación con los módulos plano (13-17% aproximadamente).

2.8.1 Principio de funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos de concentración

Según José María Fernández Salgado (2009, p 264) "Los sistemas fotovoltaicos de alta concentración están basados en el uso de células fotovoltaicas bastante eficientes que trabajan a una concentración equivalente a 400 soles. Los lentes que son usados para concentrar la luz del sol, son de un material acrílico que presentan una elevada transparencia y resistencia a la fatiga térmica. Estos lentes van instalados en una torre formada por una columna sobre la que se apoya una viga horizontal que soporta 5 mega-módulos de 13,5 x 3,5 m cada uno".

Esta torre tiene una potencia nominal de 25 kWp y cuenta con un inversor, con una tensión de salida de 380 V. Igualmente tiene un mecanismo de orientación y seguimiento que varía en función de la inclinación y orientación de los rayos solares.

2.8.2 Características Generales

El sistema fotovoltaico de concentración posee un rendimiento del 24% aproximadamente, superior al de los paneles planos que se encuentran dentro del 13 al 17%.

Solamente aprovechan la radiación directa del sol por lo que deben ser instalados en zonas muy soleadas solamente. Para esto se emplea un sistema de seguimiento de 2 ejes para captar de forma precisa los rayos solares, es bastante costoso, pero como ya se ha dicho anteriormente, es apto para zonas de media y alta radiación solar.



Fig. 2.10 Lente Fotovoltaica

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.368

Como ya se había mencionado anteriormente su superficie de captación es

400 veces menor que la que necesita los paneles fotovoltaicos planos, reduciendo el consumo del silicio, ya que las células fotovoltaicas de los sistemas de concentración pueden ser de arseniuro de galio. Dentro de este tipo sistema, podemos distinguir lo siguiente:

- Sistemas fotovoltaicos de baja concentración, en el que se emplean espejos normales para la concentración del sol en una sola línea, usándose sistemas fotovoltaicos normales de silicio.
- Sistemas fotovoltaicos de alta concentración, donde se emplean lentes especiales y células fotovoltaicas de arseniuro de silicio (Ga As)

2.9 Ecuador ya tiene su primera Planta de Energía Solar Fotovoltaica

Ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Pimampiro, la trata de la primera planta fotovoltaica del Ecuador. Aportará a la red estatal de electricidad con alrededor de 28 MW mensualmente. Produciendo energía limpia a través de la radiación solar, conectada a la red eléctrica del cantón.



Fig. 2.11 Central Solar fotovoltaica Imbabura-Ecuador

Fuente: <http://crieel.org/index.php>

Es una inversión que supera los 3,5 millones de dólares. Una extensión de tres hectáreas, más de 4.000 paneles solares que transforman la energía de la radiación del sol en electricidad. Abastecerá a toda la población del cantón. Generará 28 MW mensualmente, a un costo de \$ 2.500 dólares por cada mega aproximadamente.

2.10 Futuro de la Energía Fotovoltaica

Los EEUU quieren realizar pruebas con satélites para lograr enviar energía solar concentrada desde el espacio exterior hasta la superficie terrestre. Inicialmente los paneles fotovoltaicos surgieron debido a programas espaciales para disponer de energía en las naves y módulos. Se trata de una idea puramente militar, con el objeto suministrar de energía a sus tropas en cualquier punto que estas se encuentren, ya que en sitios recónditos es difícil disponer de acceso energético, igualmente su aplicación civil es muy posible. Este programa de investigación es muy largo, por lo que podría tener una duración de 20 años aproximadamente.

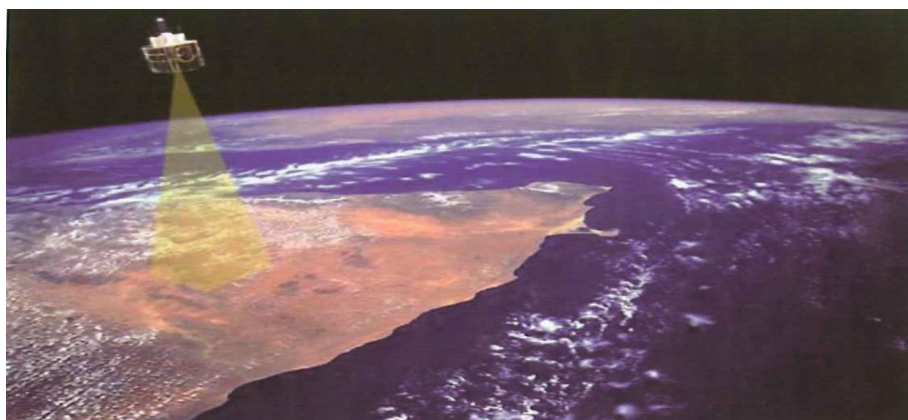


Fig. 2.12 Envío de energía solar desde el espacio

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.372

Igualmente la generación de electricidad con paneles fotovoltaicos situados

en el espacio se trata de otro proyecto de obtención de electricidad desde el espacio, desarrollado por el Instituto de Tecnología de Haifa (Israel). Se trata de desplegar globos de helio hacia el espacio, recubiertos de paneles solares flexibles y se sujetaran a un cable, permaneciendo suspendidos a las casas para las que van a estar destinados a generar electricidad.

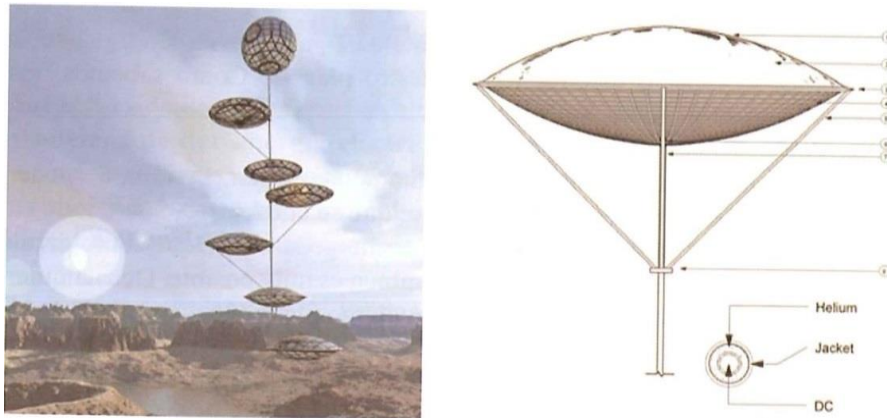


Fig. 2.13 Globos recubiertos de paneles solares flexibles

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.372

El Instituto de Tecnología de Haifa señala que con solo 2 globos será suficiente para un hogar. Igualmente cuando la fabricación ya se presente en serie se podrán abaratar los costos hasta costar lo mismo que los sistemas de paneles actuales.

Ya se han realizado pruebas muy satisfactorias con 2 globos, uno sobre una vivienda y otro en el desierto, por lo que será muy beneficioso para zonas aisladas, como desiertos y hasta barcos.

Respecto a la nanotecnología, esta estudia la fabricación de maquinaria y estructuras de orden diminutas (millonésima parte de un milímetro). Esta

tecnología ha sido implementada en la cirugía, informática, desalinización del agua, pinturas especiales, etc.

Actualmente referente a la energía solar fotovoltaica se han desarrollado "nanocables" de arseniuro de galio, que son capaces de absorber las radiaciones solares, de esta manera a partir de estos cables se podrían fabricar módulos fotovoltaicos flexibles y muy eficientes, con un rendimiento del 20-40%, superior al de los actuales que posee rendimientos alrededor del 13 al 20%, esto sucede debido a que por cada fotón que incide sobre la célula fotovoltaica se libera un electrón.

Investigadores del centro americano NREL (National Renewable Energy Laboratory) han descubierto un tipo de nano partículas de silicio, que tienen la capacidad de liberar 2-3 electrones por cada fotón incidente. Pasando del 20 al 60% de rendimiento, lo que es inimaginable actualmente. Pero aún se continúa realizando pruebas ya que no es posible atrapar esos 3 electrones liberados para producir energía eléctrica.

General Electric junto al gobierno americano están realizando un programa de investigación y desarrollo para lograr abaratar los costos de fabricación y distribución de energía eléctrica por medio de sistemas solares fotovoltaicos, para lograr igualar a los sistemas tradicionales.

2.11 Proyección mundial de la energía solar fotovoltaica

Esta tecnología de generación de energía está teniendo una gran expansión mundial, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo.

Tabla 2.3 Proyección de la producción de energía fotovoltaica para el año 2030

Producción Eléctrica Solar Global en 2030	
8.9% de la demanda global de electricidad procede de energía fotovoltaica - predicción de demanda del Escenario de Referencia de IEA	
13.8% de la demanda global de electricidad procedente de energía fotovoltaica - predicción de demanda del @evolution escenario de Greenpeace	
Proyecciones detalladas para 2030	
Capacidad acumulativa de los sistemas fotovoltaicos	1864 GW
Producción Eléctrica	2646 TWh
Consumidores conectados a la red	1250 millones
Consumidores fuera de la red	3216 millones
Potencial de empleo	10 millones de puestos de trabajo
Valor de mercado	454000 € millones por año
Costo de la electricidad solar	7-13 € por kWh según localización
Ahorros acumulativos de CO2	8963 millones de toneladas de CO2

Fuente: Boaz Moselle, 2010, p.48

En países desarrollados predominan instalaciones (medianas y grandes) con conexión a la red, y en el caso de las aisladas son muy pocas. Mientras que en países en vías de desarrollo se imponen las denominadas instalaciones aisladas, como el caso de África, Asia, América latina donde tienen acceso a la red eléctrica.

Proyección estimada de costes de generación convencionales y generación fotovoltaica

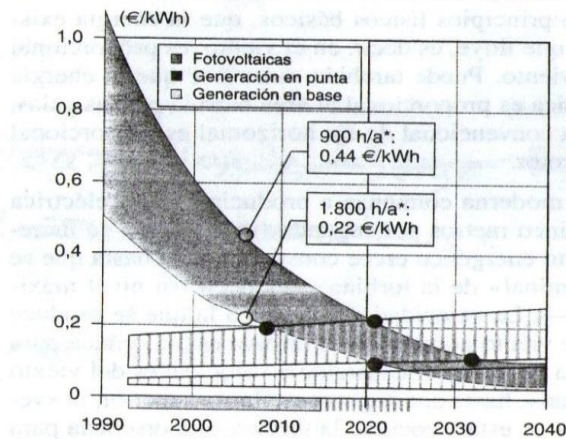


Fig. 2.14 Proyección de costos

Fuente: Boaz Moselle, 2010, p.46

España es un país pionero en instalaciones solares fotovoltaicas, como también como exportadores mundiales de esta tecnología por medio de ingeniería, equipos, instalaciones completas, etc. Hacia países como EEUU, México, Filipinas, etc.

2.12 Motores Eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas que tienen la capacidad de transformar la energía eléctrica, en energía mecánica.



Fig. 2.15 Motor Eléctrico

Fuente: <http://ecatalog.weg.net>

De acuerdo al tipo de corriente que utilizan para su funcionamiento, se dividen en:

1. Motores de Corriente Alterna:

- Motores síncronos
- Motores asíncronos: Aquí tenemos a los monofásicos que son de bobinado auxiliar, de espira de corto circuito, universal. También los trifásicos, los cuales tienen rotor bobinado, de jaula de ardilla.

2. Motores de Corriente Continua:

- De excitación independiente
- De excitación en serie
- De excitación compuesta
- De excitación o derivación

Hay que tomar en cuenta que motores de Corriente Alterna o Continua tienen aplicaciones específicas que deben ser tomadas en cuenta al momento de su elección.

En nuestro medio los motores de Corriente Alterna Asíncronos son los más comunes y poseen una aplicación más generalizada debido a su fácil utilización, costo y el muy reducido mantenimiento.

Reciben el nombre de Asíncrono debido a que la parte móvil gira a una velocidad distinta a la del sincronismo. Igualmente aunque la velocidad es industrialmente fija, se puede hacer uso de variadores de frecuencia o también las conocidas como caja reductora, para regular la velocidad del motor eléctrico, según las necesidades del consumidor.

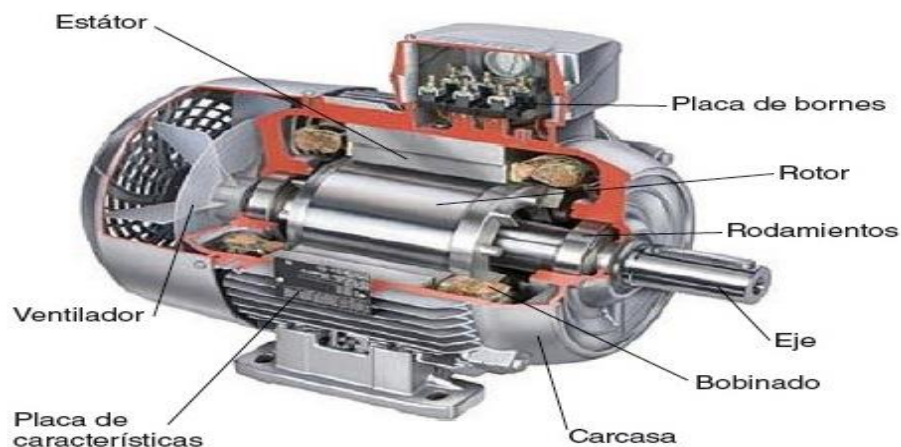


Fig. 2.16 Partes del Motor AC

Fuente: <http://ecatalog.weg.net>

2.12.1 Variadores de Frecuencia y Caja Reductora

De acuerdo al principio de funcionamiento y la frecuencia industrial, los motores eléctricos poseen una velocidad fija de funcionamiento, la cual puede ser regulada

por medio de los avances electrónicos, con arrancadores estáticos que son capaces de regular la velocidad de estos actuando sobre la frecuencia de alimentación del motor, reciben el nombre de convertidores de frecuencia.

En el caso de la caja reductora se trata de un sistema de tornillo sin fin, el cual se encarga de reducir la velocidad del motor eléctrico, aumentando el par del mismo.



Fig. 2.17 Motor monofásico con Condensador

Fuente: <http://ecatalog.weg.net>

2.13 Reciclaje

2.13.1 Generalidades

El reciclaje se lo puede definir como medidas adecuadas para fomentar la prevención o la reducción de la producción de residuos como también su nocividad, a través de tecnologías limpias que permitan un ahorro mayor de recursos naturales.

La minimización es sumamente importante, ya que genera un mejor

aprovechamiento de los recursos naturales, un rendimiento superior de los procesos productivos, y disminución de emisiones contaminantes. Ramón Altadill (2009, p.60) afirma que "La minimización puede considerarse como la reducción de la cantidad y toxicidad de los residuos generados en toda actividad o proceso de producción, concepto que incluye la reducción de los recursos naturales empleados para la fabricación de un producto".



Fig.2.18 Tachos para clasificación de residuos Quito-Ecuador

Fuente: <http://www.emaseo.gob.ec/index.php/proyecto-3rs/operativo.html>

En definitiva obtendremos todo esto por medio del compromiso de uso de buenas prácticas ambientales.



Fig. 2.19 Porcentaje de desechos Quito-Ecuador 2009

Fuente: <http://www.hoy.com.ec/>

2.13.2 Reciclaje De Metales

El metal representa la materia prima en lo referente a latas de conserva y bebidas, sin embargo la conciencia de reciclaje de estos materiales no esta tan difundida como el caso del papel y el vidrio. La problemática erradica en que generalmente este tipo de envases no terminan en la basura o contenedores especiales, sino en ríos, campos, playas, etc. Los beneficios del reciclaje son los siguientes:

- Reducción del impacto ambiental debido a la extracción de estas materias primas.
- Al recuperar el acero y aluminio presente en las latas usadas, es un proceso contaminante, pero en menor medida que la producción de los mismos.

2.13.3 Los residuos metálicos pueden ser de 2 tipos:

Metales Férricos: Son residuos generados en procesos de producción, transformación y uso del acero, que son valorados para el reciclaje. Se puede

llegar a ahorrar hasta el 62% de energía en relación a la producción con mineral de hierro. Este tipo de metales son de procedencia de automóviles, electrodomésticos, envases, etc. En la basura constituyen el 3%, para su recuperación se hace uso de imanes, por lo que son de fácil recuperación. La recuperación de envases de acero ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años debido a la instalación de cada vez más plantas de tratamiento de residuos urbanos.

Metales No Férricos: Constituye a los metales que se puede encontrar en los residuos de actividades domésticas. Como el cobre, aluminio, plomo y el oro o platino, presente en equipos electrónicos. Su recuperación genera grandes ahorros en lo referente a materias primas, que son costosas y difíciles de extraer. Los ahorros energéticos son cerca del 96%. En la basura este tipo de materiales constituye el 1%. La fabricación por medio de estos elementos requiere de técnicas que representan enormes gastos de energía y agua.

2.14 Reciclaje de aluminio "metal no ferroso"

Cuando residuos sólidos como latas de aluminio se separan del resto de basura, son trasladados a la planta para ser reciclados. Se los clasifica, seleccionan y transforman. Este proceso se divide en las siguientes etapas:

1. Proceso de Secado y Quemado: Estos envases presentan un recubrimiento de una delgada capa de pintura, la cual se la debe eliminar por medio de este procedimiento.

- Acelerar el procedimiento de fusión
- Reducir la presencia de escoria

- Evadir la generación de cavidades

Generalmente dentro de los envases suelen quedar restos de bebida o también se puede generar humedad en su interior. Si en estas condiciones los envases son puestos en contacto con aluminio líquido durante la fusión, violentamente puede explosionar y arrojar el metal líquido fuera del horno, poniendo en riesgo a las personas que se encuentren en la planta. El principal fin de este proceso es optimizar la calidad del metal reciclado, sin olvidarnos de condiciones de seguridad industrial.

2. Proceso de Compactado: Los envases de aluminio poseen un volumen muy apreciable a pesar de sus 15 g aproximadamente de peso. Este metal en presencia del oxígeno del aire y a elevada temperatura (Proceso de Fusión 750° aproximadamente) se oxida fácilmente, por lo que es necesario lo siguiente:

- El volumen del material se reduce
- La superficie expuesta hacia el exterior se ve disminuida, reduciéndose las posibilidades de oxidación.

3. Proceso de Fusión: Ya compactadas se las introduce en el horno a una temperatura aproximada de 750° aproximadamente, para mejores resultados se lleva a cabo los siguientes procesos:

- Se adiciona fundente para separar la escoria del metal
- Escorificado para quitar la escoria de la superficie del baño líquido

- Agitado con el objeto de homogeneizar el material.
- Se agrega aleantes, para así obtener resultados de acuerdo a las necesidades.

4. Obtención de nuevos productos: Obtenido el metal, se puede depositar el metal en forma líquida para formar un lingote, una pieza de 6kg. Igualmente por medio de moldes, se puede obtener distintas formas, de acuerdo a las necesidades del consumidor.

2.15 Reciclaje de las latas de aluminio para bebidas

La preocupación del público en general o mayormente de los municipios y organismos gubernamentales encargados de manejar los desechos en ciudades, ha aumentado debido al aumento preocupante del espacio usado por los vertederos, las basuras callejeras y más importante el incremento de los precios en los envases, el producto para el público, han impulsado el reciclaje de las latas de aluminio.

El reciclado de las latas de aluminio usado en bebidas, y en general como envases, no solo ahorra importante espacio en depósitos de basura, sino también minimiza el consumo de energía utilizada para su generación.

La producción de latas de aluminio reciclado representa un 95% menos consumo de energía, corresponde a decenas de millones de barriles de petróleo.

Capítulo 3

Diseño Y Desarrollo Del Prototipo

Antes de iniciar el proceso de diseño y desarrollo del prototipo de una Compactadora de Latas de Aluminio para bebidas, primero debemos conocer detalladamente acerca de estas.

3.1 Latas de Aluminio

El proceso de fabricación de las latas de aluminio se lleva a cabo por medio de un proceso de alta tecnología y precisión, tanto en el proceso de fabricación como de control de calidad, actualmente compañías productores de latas de aluminio tienen una línea de producción aproximada de 2.5 millones de latas al día.

A continuación se describe una síntesis de las etapas que se llevan a cabo para la producción de estas:



Fig. 3.1 Proceso de fabricación de Latas de aluminio para bebidas

Fuente: <http://www.latasdebebidas.org>

1. **Troquelado y embutición:** Por medio de una prensa se realiza un golpe vertical, para obtener discos de metal en forma de platos o copas.

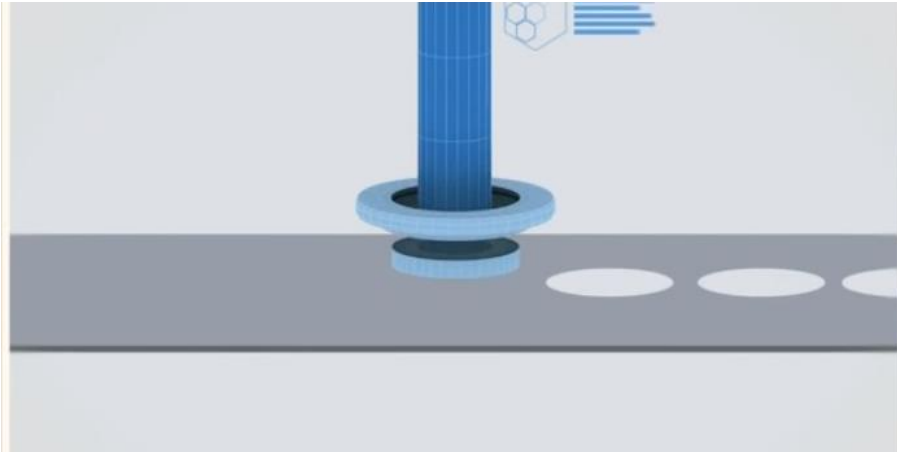


Fig. 3.2 Troquelado

Fuente: <http://www.rexam.com>

2. **Formadora y recortadora:** A través de la formadora, por medio de un punzón, el cual las empuja por medio de anillos, estirando el metal hasta obtener la lata de una sola pieza.

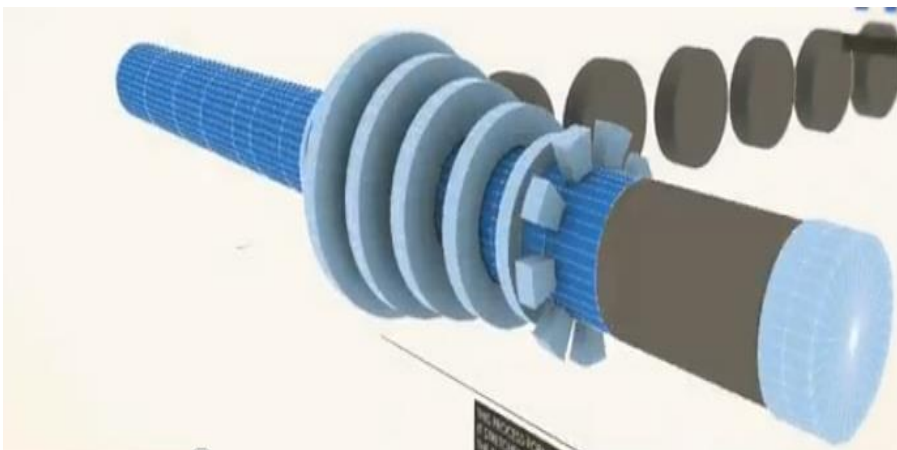


Fig. 3.3 Formadora y recortadora

Fuente: <http://www.rexam.com>

- 3. Lavado:** En las operaciones anteriores es necesario utilizar lubricantes, pero para continuar con el procedimiento se debe eliminar respetando el medio ambiente, por medio de una lavadora, semejante a una lavavajilla convencional, pero que es capaz de lavar hasta 5000 latas por minuto.

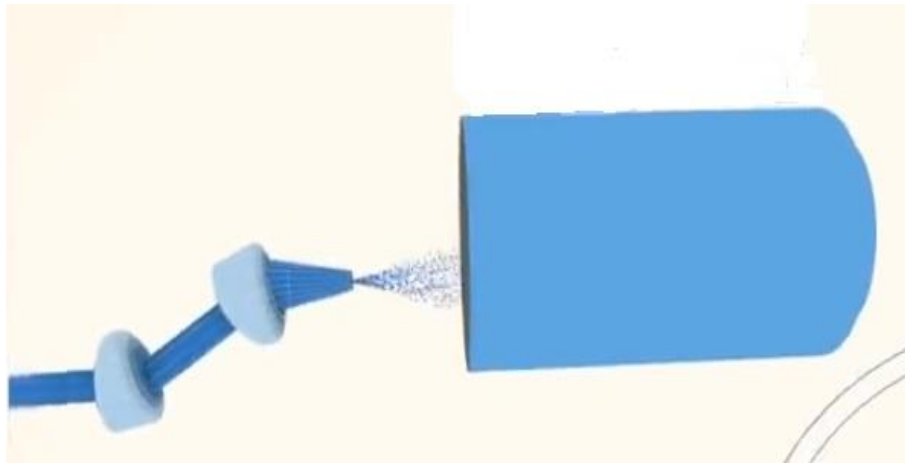


Fig. 3.4 Lavado

Fuente: <http://www.rexam.com>

- 4. Lacado Exterior:** En primer lugar se debe recubrir de una barniz protector y posteriormente prepararla para el proceso de decoración.



Fig. 3.5 Lacado exterior

Fuente: <http://www.rexam.com>

5. **Decoración:** Se realiza una impresión tipo cilíndrica, esta máquina rotativa decoradora es capaz de imprimir hasta 6 colores. Posteriormente van al horno de cocción para el secado de la tinta.



Fig. 3.6 Decoración

Fuente: <http://www.rexam.com>

6. **Formación del cuello:** Es un proceso de una serie de estrechamientos que disminuyen el diámetro de forma gradual hasta obtener la medida especificada por el cliente.

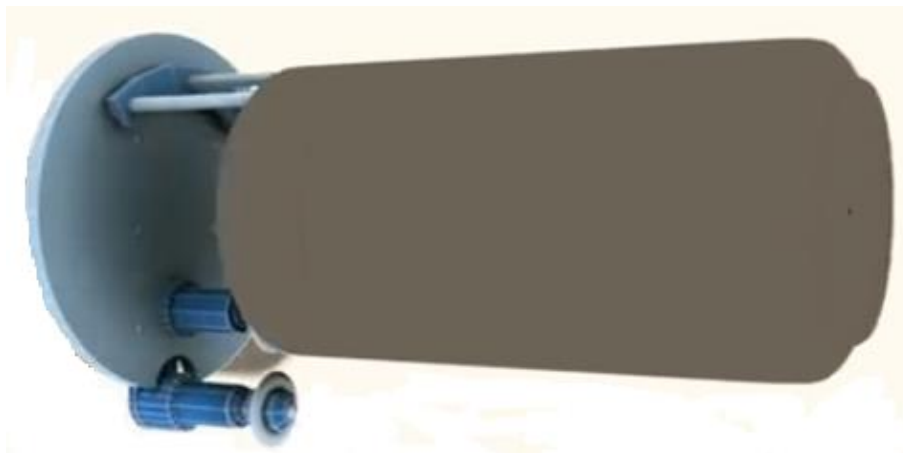


Fig. 3.7 Formación del cuello

Fuente: <http://www.rexam.com>

7. **Lacado interno:** Se realiza un lacado interior, 2 veces, secando cada capa en el horno, con el objeto de salvaguardar la parte más vulnerable de la lata.



Fig. 3.8 Lacado interno

Fuente: <http://www.rexam.com>

8. **Embalaje:** Ya terminadas las latas, son empacadas y rotuladas de acuerdo las especificaciones del consumidor o envasador.



Fig. 3.9 Embalaje

Fuente: <http://www.rexam.com>

9. Fabricación de las tapas: Estas son fabricadas de acuerdo a las especificaciones de la lata y son entregadas al usuario por separado, ya que son quienes las sellan una vez llenas.



Fig. 3.10 Embalaje

Fuente: <http://www.rexam.com>

3.2 Determinar El Factor De Deformación De Una Lata De Aluminio Para Bebidas

Las pruebas fueron realizadas en la Máquina de Ensayos Universales MTS en el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Escuela Politécnica del Ejercito, ubicada en Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

Se utilizaran como muestras las latas de bebidas de Coca Cola de 350 ml, Cerveza Pilsener de 320 ml, y Pony Malta 320 ml, para determinar los respectivos factores de deformación de las mismas.

Tabla 3.1 Datos Latas de Aluminio para bebidas:

Latas de Aluminio para bebidas en el mercado		
Descripción	Diámetro (mm)	Altura (mm)
Marca: Coca-Cola Contenido: 350 ml	67.0	124.0
Marca: Cerveza Pilsener Contenido: 330 ml	67.0	117.0
Marca: Pony Malta Contenido: 330 ml	66.0	117.0

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

Tabla 3.2 Especificaciones Técnicas MTS:

Máquina de Ensayos universales MTS	
Especificaciones Técnicas	
Marca	MTS
Modelo	T 5002
Voltaje	100/120 V
Ciclos	60 Hz
Peso	300 Kg
Capacidad máxima	500 N
Velocidad máxima del motor	20 pulg/min

Fuente: Escuela Politécnica del Ejercito

3.2.1 Pruebas por medio de la Máquina de Ensayos Universales MTS



Fig. 3.11 MTS

Fuente: Sosa Germán, Uvidia Mauricio, 2013

Podemos determinar este valor por medio de la máquina de ensayos universales MTS, una máquina que es capaz de realizar pruebas de cargas estáticas y dinámicas tanto en materiales como en componentes.



Fig. 3.12 Factor de deformación

Fuente: Sosa Germán, Uvidia Mauricio

El Sistema MTS puede ser configurado para cumplir con las necesidades de cualquier material o componente que se quiere comprobar. Puede trabajar con

plásticos, aluminio y hasta acero. Trabaja en conjunto con el Indicador de Fuerza y Torque AFTI.



Fig. 3.13 Factor de deformación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio)

En este caso se trabajó con latas de aluminio para bebidas. Ya encerrados tanto la máquina de ensayos universales MTS como el Indicador de Fuerza y Torque AFTI, se inicia el proceso de prueba.



Fig. 3.14 Factor de deformación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

Según el Indicador de Fuerza y Torque AFTI se pudo determinar que la Fuerza Inicial que se requiere para deformar la lata resulto ser de 45 Kgf.



Fig. 3. 15 Factor de deformación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

El Indicador de Fuerza y Torque AFTI indico que la Fuerza a media carrera para deformar lata es mucho menor, un valor de 20.45 Kgf, debido a que esta sección de la lata es mucho menos robusta que la sección superior de la misma.



Fig. 3.16 Factor de deformación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

La Fuerza Final para deformar lata es mucho más elevada según el Indicador de Fuerza y Torque AFTI, aumenta a un valor de 249.5 Kgf, debido a que todo el material que ha sido compactado aumenta la masa de la lata. De esta manera queda la lata después de las pruebas.



Fig. 3.17 Factor de deformación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

Tabla 3.3 Resultados MTS:

Latas de Aluminio para bebidas en el mercado			
Descripción	Fuerza 1 (Kgf)	Fuerza 2 (Kgf)	Fuerza Promedio (Kgf)
Marca: Coca-Cola Contenido: 350 ml	240.50	249.50	245.00
Marca: Cerveza Pilsener Contenido: 330 ml	242.54	221.30	231.92
Marca: Pony Malta Contenido: 330 ml	247.35	213.74	230.55

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

Ya obtenidos los valores de Fuerza necesarios, después de haber realizado 2 pruebas por cada marca de lata como lo explica la tabla de resultados,

es posible determinar el tipo de motor eléctrico que será requerirá para el diseño del prototipo. El valor de fuerza para determinar esto, será de 249.50 Kgf, sin embargo se debe considerar un factor de seguridad del 30%.

$$\textbf{Fuerza} = 249.5 \times 1.3 \text{ (Kgf)}$$

$$\textbf{Fuerza} = 324.35 \text{ (Kgf)}$$

3.2.2 Calcular la potencia que requerirá el motor eléctrico

Datos:

- F: 324.35 Kgf (3178.63 N)
- S (distancia)= 0.114 m
- P (Potencia) = ?

$$P = \frac{F \cdot s}{1000 \cdot t} \text{ (Kw)}$$

$$P = \frac{3178.63 \text{ N} \cdot 0.114 \text{ m}}{1000 \cdot 2s}$$

$$P = \frac{362.36}{2000}$$

$$P = 0.181 \text{ Kw}$$

$$P = 0.243 \text{ hp}$$

Según los resultados se puede determinar que el motor necesario para esta aplicación será de un tipo monofásico de $\frac{1}{4}$ de HP por la facilidad de conexión.

3.3 Dimensionamiento del Sistema de Alimentación Fotovoltaico

Como ya se ha establecido anteriormente el sistema será alimentado a través de energía Solar Fotovoltaica.

Antes de determinar esto, debemos conocer acerca de aspectos muy importante como las variaciones de la Radiación solar, Horas Pico Solar, cálculo de una Instalación Fotovoltaica, y los componentes de esta.

3.3.1 Variaciones De La Radiación Solar

Diariamente la posición del sol varia, desde el amanecer hasta el ocaso. Al observar las posiciones del sol, amanecer, mediodía y atardecer en cualquier sitio del hemisferio norte, este sale por el este, al desplazarse hacia el sur y se pone en el oeste. Pero realmente la tierra es la que diariamente rota completamente alrededor de su eje, creando una sensación de permanencia estática. Nuestro planeta tiene 2 tipos de movimiento, el de rotación y el de traslación alrededor del sol, por medio de una trayectoria elíptica, dando lugar a las estaciones del año.

Las condiciones óptimas de funcionamiento se derivan de la presencia plena de luz solar y que el panel este orientado de mejor manera hacia el sol. Necesariamente la posición de los paneles se la realiza hacia el sur en el

hemisferio norte y viceversa, instalados siempre mirando hacia el Ecuador.

La insolación, un parámetro clave, es distinta según la estación del año, ya que el sol no se encuentra a la misma altura sobre el horizonte en verano como en invierno. Es por esto que la inclinación de los paneles no debe ser fija, ya que siempre vamos a querer que se encuentren orientados perpendicularmente hacia el sol. En invierno el sol no se encontrara en el mismo ángulo que en verano, por lo que los paneles deberán ser colocados ligeramente más horizontal para poder aprovechar al máximo la energía solar, pero en invierno estos no se encontrarían en una posición óptima.

Para que el captador logre estar en todo momento bien orientado, deberá estar anclado a un mecanismo que le permita girar sobre su propio eje y sobre el vertical. La inclinación siempre se establece en función de la latitud y de su aplicación, puede darse lo siguiente:

- En invierno, 20° mayor que la latitud
- En primavera y verano, 10° menor que la latitud
- En el caso de una utilización uniforme para todo el año, 10° mayor que la latitud.

Ligeras variaciones del ángulo de inclinación no afectaran al rendimiento del captador. Por ejemplo en países como España, es aproximadamente 40° , la orientación óptima es hacia el sur, y lo que se dejaría de generar al estar orientado hacia el suroeste o sureste es tan solo del 0,2% por cada grado de desviación respecto al sur. Es importante tomar en cuenta que la inclinación óptima depende de la latitud del lugar donde se va a instalar. Siempre es

recomendable una inclinación que sea superior a los 15° , para permitir que el agua lluvia no se estanque sobre el panel, y cuando nieva a partir de 45° para que pueda deslizarse la nieve. Debemos procurar como ya se ha mencionado, siempre acercarnos lo más posible a las condiciones óptimas de instalación, es decir, entre 5° y 10° menos que la latitud.

3.3.2 Horas Pico Solar

Para dimensionar los sistemas fotovoltaicos este es un parámetro fundamental, que concierne al número de horas en las que cada metro cuadrado de la superficie captadora, obtiene de modo constante 1000 W de energía. Los módulos fotovoltaicos se caracterizan bajo unas ciertas **Condiciones Estándar de Medida**, estas son:

- 1 KW/m² de radiación solar
- 25°C de temperatura de las células fotovoltaicas
- Incidencia normal

Si se desea evaluar la energía que un captador puede producir diariamente, debemos conocer cuantas horas diarias con una radiación de 1000 W/m² equivalen a la radiación solar diaria, a esto se denomina **Horas Pico Solar**.

La energía producida por los paneles se obtiene del producto de su potencia por el número de horas pico, tomando en cuenta que no todas las horas son de sol son horas de intensidad considerada como tal. Se puede obtener el número de horas pico por medio de la división de toda la energía que haya sido producida en un día determinado entre 1000 W/m².

3.3.3 Cálculo de una Instalación Solar Fotovoltaica

1. **Calcular la demanda de electricidad:** Conocer que equipos se conectarán a la instalación como su consumo. Tener en cuenta aparatos que funcionan con corriente continua (CC) como también con corriente alterna (AC). Antonio Madrid (2009, p.364) señala que para conocer este valor debemos aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{"(Consumo del aparato (n de aparatos) x horas conectado) x Fc} \\ = \text{Consumo Total"}$$

Todos los aparatos (1, 2, 3,...) se multiplica por las horas que estarán conectados (cifras medias) y se multiplicara por un factor de corrección (Fc). Este factor de corrección compensa las pérdidas en la instalación. Por ejemplo el inversor al pasar de corriente continua a alterna, se producen pérdidas, estas se incrementan en un 40 % en corriente alterna". El factor de corrección (Fc) es de 1,4.

2. **Calcular la energía diaria que podrá suministrar el módulo:**

Debemos conocer sobre las radiaciones solares de la zona, las horas del sol, como también la inclinación y orientación adecuadas del panel. Antonio Madrid (2009, p.365) señala que se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Electricidad suministrada por un módulo} = \text{Potencia del módulo x Factor regional"}$$

Por ejemplo en España este valor es de 4 Wh como mínimo.

3. Calculo de los módulos solares fotovoltaicos (FV) necesarios:

Antonio Madrid (2009, p.365) afirma que debemos aplicar la siguiente formula:

Módulos FV necesarios = Demanda media diaria (Wh) / Energía suministrada por el módulo (Wh)"

4. Calculo de las baterías que serán necesarias para crear un sistema

autónomo: Antonio Madrid (2009, p.365) afirma que "en este caso se debe aplicar la siguiente formula:

$$B = D.A/N.C$$

Dónde:

B Número de baterías, en paralelo

D Demanda de energía diaria (Ah)

A Autonomía del sistema (días)

N Nivel tolerable de descarga (0,5-0,8)

C Capacidad de la batería (Ah)

La autonomía del sistema es el número de días que la batería puede asegurar un suministro normal, sin necesitar de carga, por ejemplo en aplicaciones domesticas 2 días como una buena autonomía".

3.3.4 Componentes de las Instalaciones Fotovoltaicas

Los principales componentes de una instalación solar fotovoltaica son las células, paneles, inversores, baterías, etc.

- **Módulos o paneles fotovoltaicos:** Reciben las radiaciones solares y las convierten en energía eléctrica continua.
- **Regulador de carga:** Debe existir una buena regulación del paso de electricidad desde los módulos a los puntos de consumo o batería ya que en las instalaciones fotovoltaicas las baterías están sometidas a ciclos de carga y descarga constantes, de esta manera garantizaremos la vida útil de la misma.
- **Baterías Especiales:** Anteriormente señalado, debido a que deben soportar ciclos continuos de carga y descarga.
- **Inversor:** También es llamado convertidor, es el encargado de transformar la energía continua de los paneles en corriente alterna, por ejemplo de 12 V a 230 V. También cuentan con protección a sobrecarga del sistema, exceso de temperatura, batería baja e inversión de la polaridad.

3.3.5 Paneles Solares

La célula fotovoltaica genera un amperaje muy débil, por lo que es trascendente unir varias de ellas para conseguir cierto valor de tensión. Los paneles fotovoltaicos representan células fotovoltaicas en serie, en el interior de plástico transparente para protegerlas, y con marco de aluminio para su montaje. Representan ser las unidades básicas de la energía solar para la producción de electricidad.

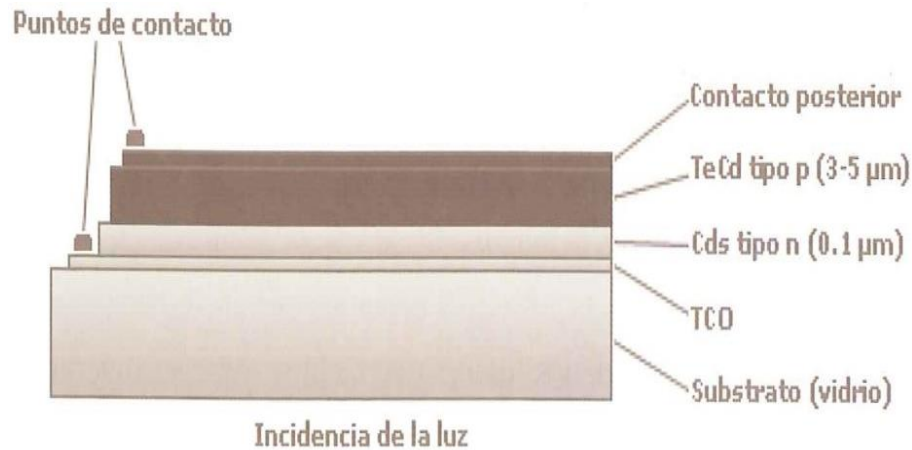


Fig. 3.18 Componentes panel solar

Fuente: Antonio Madrid, 2009, p.350

Los módulos se pueden conectar:

- En serie, al tener un módulo de 12 V y 1,5 A, a este lo conectamos con uno de las mismas características, formamos un conjunto de 2 módulos de 24 V y 1,5 A. Es decir se suman los voltajes y se mantienen las intensidades.
- En paralelo, teniendo los mismos módulos del ejemplo anterior, formaremos un conjunto de 12V y 3 A, donde se mantienen los voltajes constantes y se suman las intensidades.

Es importante, que el armazón del módulo tiene que ser resistente y ligero, suelen ser de aluminio y resinas para que sean herméticos. La cubierta de cristal templado, resistente a impactos, transparente, permitiendo el paso de las radiaciones solares (superior al 92%). Se deben orientar hacia el sol, según la hora el día, mes del año y lugar donde se encuentren, si se tratan de sistemas de inclinación variable, y si se trata de paneles fijos, se debe escoger una orientación media, que sea adecuada para la zona. Por ejemplo en el caso de España, se

escoge una orientación sur, inclinación 40-45°, según zonas. Es importante saber que sistemas de inclinación fija son más económicos.

Los paneles deben ser instalados en zonas sin sombras, mantenerlos siempre limpios de hojas, polvo, suciedad, etc. Su fijación debe ser firme, ya que permanecerán en el mismo sitio durante de 25 años, es decir toda su vida útil.

3.3.6 Determinar la fuente de alimentación

El Inversor requerido es aquel que tenga una potencia como valor mínimo $\frac{1}{4}$ de HP y voltaje de salida de 110 V. En el mercado podemos encontrar un tipo de inversor de 12 V a 110 V, con 500 W de potencia

Tabla 3.4 Características del Inversor

Inversor 12 V a 120 V 500 W
Características
Convierte la energía de 12 V de la batería a 120 V de red doméstica AC
Permite encender equipos de oficina y elementos eléctricos en el automóvil, etc.

Fuente: <http://www.tektrumcorp.com/>

El regulador de voltaje debe ser de 12 V. En nuestro medio podemos encontrar reguladores de voltaje de 12/24V con una capacidad de hasta de 10 A.

Tabla 3.5 Características Regulador de Voltaje

Regulador de Voltaje 10A 12V/24V
Características
Regula la corriente de carga de la batería
Protecciones de exceso de carga
Protecciones de corto circuito
Protecciones de Sobrecarga
Protecciones de Polaridad
Protecciones de Truenos

Fuente: <http://www.tektrumcorp.com/>

Se determina que la fuente adecuada para el sistema es aquella que cumpla con las especificaciones anteriormente enunciadas.

La potencia de la fuente debe ser aquella que suministre la potencia consumida por el motor. Podemos determinar el tipo de batería de acuerdo a los requerimientos de voltaje de entrada del sistema inversor y el consumo de la carga.

$$\textit{Ah minimo de la fuente} = \frac{\text{Potencia de la fuente}}{\text{Voltage}} (\text{Ah})$$

$$\textit{Ah minimo de la fuente} = \frac{200 \text{ W}}{12 \text{ V}} (\text{Ah})$$

$$\textit{Ah minimo de la fuente} = 16.67 (\text{Ah})$$

Podemos determinar que la batería más apropiada según los requerimientos y la disponibilidad en el mercado es de tipo 12 V y 102 Ah. Mientras mayor Ah mayor autonomía tiene el sistema.

$$\textit{Potencia de la fuente} = \text{Voltaje} \times \text{Ah} (\text{W})$$

$$\textit{Potencia de la fuente} = 12 \text{ V} \times 102 \text{ Ah} (\text{W})$$

$$\textit{Potencia de la fuente} = 1224 (\text{W})$$

Tabla 3.6 Especificaciones Técnicas de la Batería

Especificaciones Técnicas Alpha Cell 12 v	
Marca	Alpha
Tipo	Premium gel 195 GXL
Procedencia	EE.UU
Torque en la terminal	12.4 NM
Voltaje de carga	13.5 a 13.8 Vdc @ 25°C
Capacidad	102 Ah
Peso	30.5 kg
Celdas por unidad	6
Altura	215.4 mm
Ancho	340.9 mm
Profundidad	172.7

Fuente: <http://www.alpha.com>

Se puede establecer que el generador fotovoltaico indicado es aquel que entregue 12 V de salida al regulador de voltaje y posteriormente a la batería. Por lo tanto todo esto será alimentado por un panel solar fotovoltaico de 80W, de 1205 x 545 mm de dimensión, que entregara un voltaje de alimentación de 17.64 V.

Para que la batería se cargue el voltaje de carga debe ser superior al voltaje de la fuente.

Tabla 3.7 Especificaciones Panel Solar Monocristalino 80 W

Panel Solar Monocristalino PV 800 W 12 V	
Dimensiones (mm)	1205x545x35mm
Potencia Máxima	80 W
Tensión máxima de alimentación	17.64 V
Corriente máxima de potencia	4.54 A
Voltaje a Circuito Abierto	21.88 V
Corriente de Corto Circuito	4.98 A
Tensión máxima del sistema	1000 V
Coeficiente de temperatura Isc	0.06 % / ° C
Coeficiente de temperatura Voc	- 0.397 % / ° C
Coeficiente de temperatura Pmax	- 0.549 % / ° C

Fuente: www.tektrumcorp.com

3.4 Diseño del Sistema de Compactación

El sistema de compactación ira montado a continuación del eje de salida de la Caja Reductora, la cual va conectada al Motor Eléctrico por medio de una junta.

Tabla 3.8 Tabla de selección de Materiales y Componentes

Materiales y Componentes	
Ítem	Especificaciones
Motor eléctrico	1/4 HP
Junta	Tipo 2 cubos y un elemento elástico
Caja Reductora	40:1 (1/4 a 1 HP)
Acero de Transmisión 4140R	Diseño de Piezas de Precisión
Tubo de Acero negro	3 pulgadas de diámetro y 500 mm de largo
Platina de Acero	1/4 de pulgadas de espesor
Pernos	3/8 pulgada de diámetro y 2.5 pulgadas de largo
Tuercas	De acuerdo al tipo de perno utilizado
Rodelas planas	De acuerdo al tipo de perno utilizado
Rodelas de presión	De acuerdo al tipo de perno utilizado
Aceite de engranajes	SAE-90

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio)



Fig. 3.19 Junta

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

Los componentes que forman parte de Sistema de Compactación han sido

diseñados en Acero de transmisión 4140R de acuerdo al Anexo C, en el torno, debido a que se trata de piezas de precisión, de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 3.1 y se ha determinado el esfuerzo máximo aplicado de cada uno, de acuerdo al Anexo D. Son los siguientes:

- **Plato o Volante:** Este componente tiene la finalidad de conectar el eje de salida de la Caja Reductora con el brazo de biela de la máquina.
- **Biela:** El brazo de Biela es el encargado de transformar el movimiento circular del motor eléctrico en movimiento lineal hacia el pistón.
- **Pistón:** Es el encargado de compactar las latas de aluminio de bebidas contra la pared de compactación.



Fig. 3.20 Conjunto plato, biela y pistón

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

- **Guía:** La función de este componente es de servir de guía para el pistón durante su trabajo, e igualmente como superficie donde serán suspendidas las latas de bebidas para su compactación.



Fig. 3.21 Guía del pistón

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

- **Pared de Compactación:** Su misión es de soportar la presión del pistón sobre la latas de bebidas para que de esta manera se produzca la compactación de la misma.



Fig. 3.22 Pared de Compactación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

- **Otros Componentes:**
 - **Caballetes:** Estos serán destinados hacia el Motor eléctrico y

la Caja Reductora para que sus respectivos ejes se encuentren a la misma altura y puedan acoplarse adecuadamente por medio de la junta.

- Surtidora de Latas de bebidas: Es aquella que se encargara de almacenar las Latas de Bebidas para su posterior compactación.
- Mesa: Esta se utilizara como base de todos los componentes de la compactadora, tanto mecánicos como eléctricos.



Fig. 3.23 Otros Componentes

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio)

3.5 Ensamblaje del Prototipo

1. Con los datos obtenidos en la tabla 3.3 y el posterior cálculo de potencia, se determina que el motor eléctrico necesario para el prototipo se trata de un modelo de ¼ HP.



Fig. 3.24 Motor Eléctrico WEG ¼ HP

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio)

2. Para lograr desmultiplicar el giro del motor eléctrico, y aumentar el par, se debe conectar una caja reductora, se puede encontrar en el medio un modelo con una relación de 40:1, la cual es apta hasta motores de 1 HP según el fabricante.



Fig. 3.25 Caja Reductora 40:1

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

3. Para acoplar el motor eléctrico junto a la caja reductora, se necesita de caballetes individuales para cada componente, ya que el eje de cada uno

respectivamente se encuentran a diferentes alturas, y se asegura con pernos.



Fig. 3.26 Caballetes

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

4. A continuación por medio de la junta, ya adecuada al diámetro del eje del motor eléctrico como al de la caja reductora, se conecta el eje de salida del motor eléctrico con el eje de entrada de la caja reductora, e inmediatamente se agrega aceite de engranajes al sistema reductor.



Fig. 3.27 Junta

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

5. Ahora se acopla el plato a la caja reductora, conectado al eje de salida de la misma, asegurado por medio de un perno prisionero, para transmitir el movimiento circular.



Fig. 3.28 Plato

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

6. El brazo de biela se conecta al plato de la caja reductora, para poder transformar el movimiento circular de la caja reductora en movimiento rectilíneo.



Fig. 3.29 Brazo de biela

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

7. Para poder compactar las latas de bebidas se necesita de un pistón, conectado al brazo de biela.



Fig. 3.30 Pistón

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

8. La guía del pistón es sumamente necesaria para el desplazamiento del mismo, se lo realizo cortando a la mitad un tubo de acero negro de 3 pulgadas de diámetro y 3 mm de espesor.



Fig. 3.31 Proceso de Corte del Tubo

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio



Fig. 3.32 Guía del pistón

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

9. Se necesita de una pared que vaya sujeta a la guía del pistón, la cual trabajara en conjunto con el mismo, para poder compactar la lata.



Fig. 3.33 Pared de la guía del pistón

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

10. Así queda finalmente nuestra compactadora armada.



Fig. 3.34 Pared de la guía del pistón

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

3.5 Conexión Eléctrica del Sistema Fotovoltaico

El sistema de alimentación fotovoltaico consta de los siguientes componentes:

- Panel Solar Fotovoltaico
- Controlador del sistema
- Acumulador o batería
- Inversor

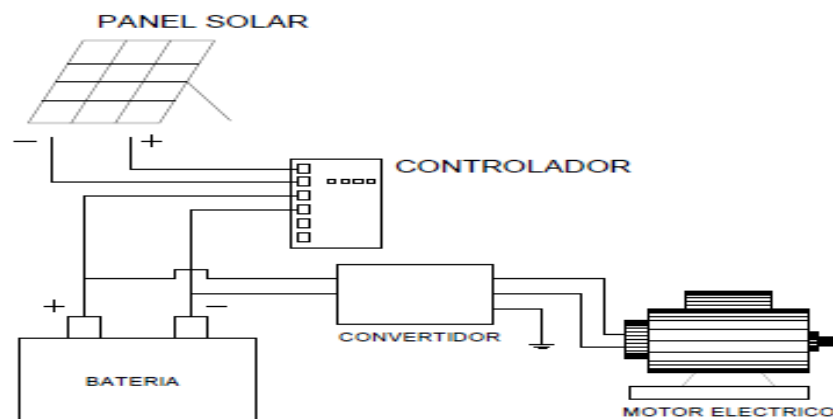


Fig. 3. 35 Diagrama eléctrico

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

3.5.1 Procedimiento

1. Se conecta el generador solar fotovoltaico al controlador del sistema, este debe estar dispuesto a 15° de inclinación, para evitar la presencia de polvo, suciedad, etc.



Fig. 3.36 Conexión Generador Fotovoltaico con el Controlador del sistema

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

2. El acumulador se conecta con el controlador de carga fotovoltaico.



Fig. 3.37 Conexión del Controlador del sistema con el acumulador

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

3. Desde el acumulador del sistema se debe al conectar sistema Inversor.



Fig. 3.38 Conexión del acumulador con el Inversor del sistema

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

4. Finalmente se procede a conectar el prototipo de compactación con el sistema Inversor.



Fig. 3. 39 Conexión desde el Inversor al sistema de compactación

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

3.6 Parámetros para el diseño de una Compactadora de latas de aluminio a gran escala

De igual manera debemos establecer los parámetros adecuados para desarrollarla a gran escala, es decir que pueda operar a mayor volumen de trabajo e intensivamente.

Básicamente para que la compactadora trabaje a gran escala se necesita de la automatización del sistema, lo cual se puede realizar por medio de la placa Arduino. De esta manera se podrá controlar el funcionamiento de la compactadora por medio de los datos enviados hacia la placa por parte de los sensores que se puedan instalar y así activar los diferentes actuadores.

En este caso como sensores bastara con tener aquel que identifiquen la presencia de la lata en la zona de compactación, se podría tratar de un foto resistor, para que de esta manera estos datos se envíen a la placa y así los actuadores como el liberador de latas del depósito de las mismas y el motor eléctrico se activen según los requerimientos.

Arduino es una placa, open hardware, de libre distribución y utilización, ha evolucionado lentamente desde su introducción en el año 2005. Arduino se trata de una combinación de hardware y software, es importante tener una buena comprensión de lo que está involucrado en ambas áreas, como también las áreas donde se superponen.

La placa de I / O es la parte física tangible del sistema Arduino. Pero técnicamente hablando, el término Arduino cubre el hardware, software, equipo de desarrollo, y filosofía de diseño.

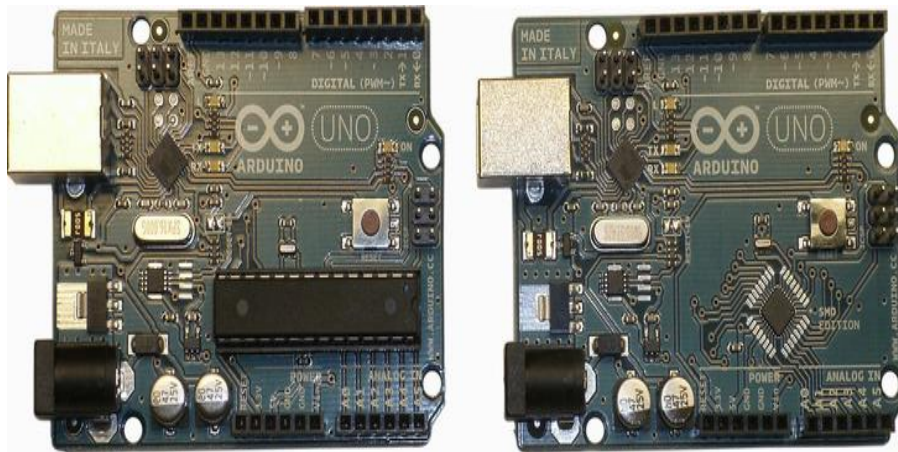


Fig. 3. 40 Puerto USB Arduino UNO

Fuente: Dale Wheat, 2011, p.3

Cuenta con un puerto serie USB, un circuito de suministro de energía, conectores de expansión y componentes de apoyo diversos. Véase el diagrama de bloques simplificado:

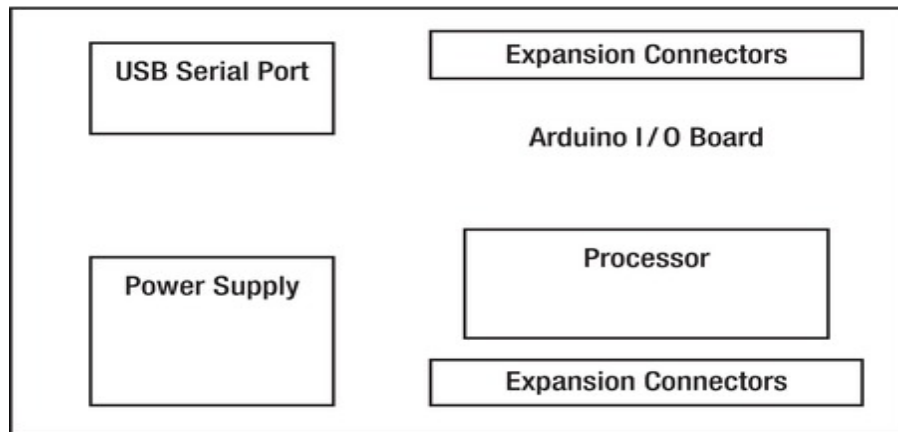


Fig. 3. 41 Componentes Arduino

Fuente: Dale Wheat, 2011, p.2

3.6.1 Procesador

El principal cerebro de la Arduino Uno es el Atmel AVR ATmega328, el bloque rectangular de plástico negro con dos filas de pines que sobresalen de sus lados. Este dispositivo es esencialmente un ordenador en un chip, que contiene una unidad central de procesamiento (CPU), memoria arrays, relojes, y periféricos en un solo paquete.

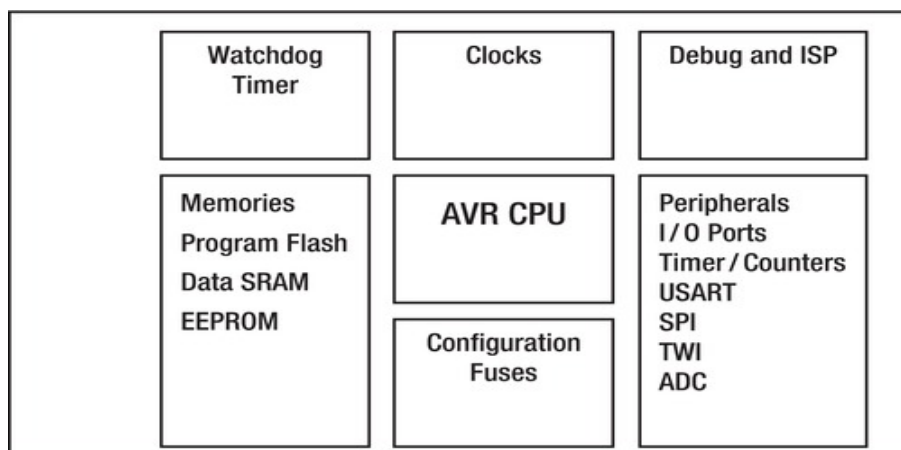


Fig. 3. 42 CPU Arduino

Fuente: Dale Wheat, 2011, p.3

3.6.2 Puerto Serie USB

La función del puerto serie se mantiene sin cambios desde los primeros días de Arduino. El puerto serie se usa para comunicar en la etapa de desarrollo de su proyecto Arduino, la comunicación entre el Arduino y el PC, en el que está escribiendo, la compilación y la carga el boceto de la tarjeta de I/O en la fase de aplicación (o implementación) del proyecto, cuando el Arduino está llevando a cabo su propósito, el puerto serie puede continuar para comunicarse con la PC, si eso es parte del plan, o puede comunicarse con otro dispositivo serie.

3.6.3 Fuente De Alimentación

El circuito de alimentación realmente no proporciona ningún poder para el Arduino. Sólo se dirige, regula y filtra potencia suministrada desde una fuente externa. El actual circuito ha evolucionado con los años para que sea un proceso conveniente y fácil. El circuito selecciona la tensión más alta disponible y utiliza esa fuente para suministrar el resto del circuito. Incluso hay un fusible para reiniciar, instalado en el tablero para ayudar a prevenir daños en el caso de un cortocircuito, disminuyendo así la probabilidad de un daño térmico.

Arduino ha escuchado a la comunidad de usuarios y ha añadido mejoras incrementales en el producto a través de los años. Hay varias maneras de obtener energía a su Arduino. El más simple, al menos inicialmente, es el uso de la alimentación suministrado con el cable USB.

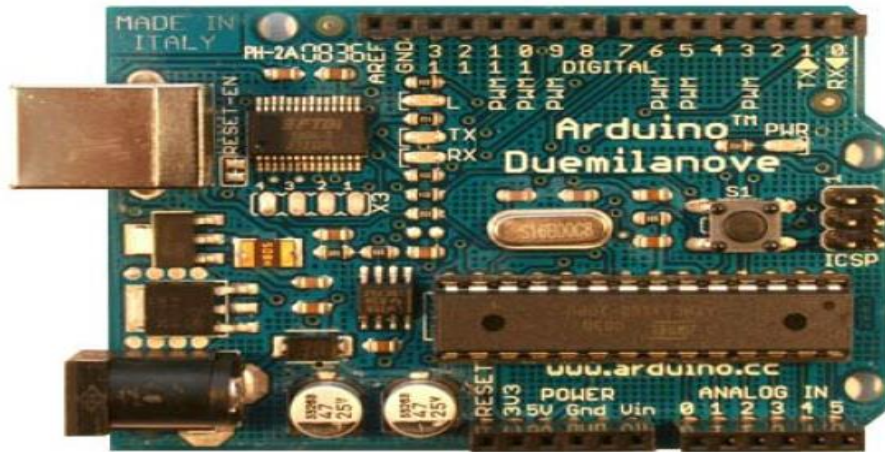


Fig. 3.43 Placa Arduino

Fuente: Jorge Pomares Baeza, 2009, p. 2

Así finalmente tomando en cuenta todos estos requisitos y parámetros establecidos por el fabricante de la placa, se podrá llevar a cabo la automatización del sistema, lo cual será sumamente necesario para que la compactadora trabaje de manera correcta a gran escala, ya que así se podrá limitar ciertos inconvenientes que pueda tener el prototipo, si en cualquier caso este trabajaría a alto volumen.

Por supuesto esta automatización del sistema se lo debe realizar basándose en el diseño primario de la compactadora, que se ha realizado en esta investigación.

Capítulo 4

Pruebas de funcionamiento

4.1 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Compactación

Se debe verificar el óptimo funcionamiento del sistema de compactación de latas después de su ensamblaje, comprobar que los diferentes componentes se encuentren correctamente montados y conectados, con el motor eléctrico apagado y encendido. De esa manera confirmar que el sistema realice su objetivo con precisión, compactando las diferentes latas usadas para determinar su diseño y dimensionamiento.

4.1.2 Procedimiento de Verificación

1. Se determina que los componentes de la Compactadora se encuentren bien conectados y montados mientras el motor se encuentra en accionamiento, como también apagado, la existencia de ruidos debe ser mínima y las vibraciones nulas, que pueden ser indicadores de un mal ensamblaje.



Fig. 4.1 Verificación de vibraciones y ruidos

Fuente: Sosa Germán, Uvidia Mauricio

2. Se comprueba que el Sistema compacta perfectamente a aquellas latas de bebidas que fueron utilizadas para determinar su diseño, como son las de "Coca-Cola de 350 ml", "Cerveza Pilsener de 330 ml" y "Pony Malta de 330 ml".



Fig. 4.2 Verificación de la compactación de latas

Fuente: Sosa Germán, Uvidia Mauricio



Fig. 4.3 Compactación de latas

Fuente: Sosa Germán, Uvidia Mauricio

4.2 Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Alimentación

Se debe realizar la medición de voltaje del Sistema de alimentación fotovoltaico por medio de un multímetro, tanto en radiación directa, como difusa.

Esta prueba comprende realizarla tanto en el Panel Solar o fuente de alimentación, la Batería, la salida del Controlador fotovoltaico, y el Sistema Inversor.

4.2.1 Procedimiento

1. Colocar las puntas del multímetro en la entrada de voltaje del controlador para determinar la energía que entrega el panel solar.



Fig. 4.4 Medición de voltaje del Panel solar fotovoltaico

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

2. En la batería, coloca las puntas del multímetro sobre los bornes positivo y negativo.



Fig. 4.5 Medición de voltaje de la Batería

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

3. En la salida de alimentación del Controlador también se debe verificar el valor de voltaje.



Fig. 4.6 Medición de voltaje del Controlador Fotovoltaico

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

4. Finalmente es necesario determinar el valor de voltaje alterno generado por el Inversor del sistema.

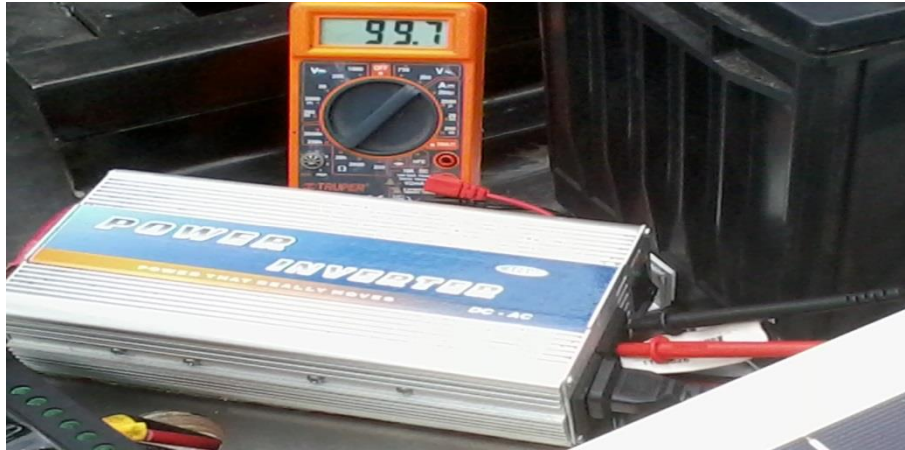


Fig. 4. 7 Medición de voltaje del Inversor del sistema

Fuente: (Sosa German, Uvidia Mauricio)

4.2.2 Pruebas sin carga

En este caso se debe realizar pruebas de funcionamiento, tomando los valores de voltaje del sistema, en los ya mencionados componentes, pero sin conectar el prototipo de la compactadora de latas, es decir sin carga.

Siguiendo el procedimiento antes mencionado, se obtiene los siguientes resultados.

- Radiación Directa:

Tabla 4.1 Resultados Radiación directa (sin carga del motor)

Voltaje Radiación Directa (sin carga)	
Fuente de Alimentación	20 v
Batería	13.6 v
Salida del controlador	13.6 v
Inversor	108.5 v

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

- Radiación Difusa:

Tabla 4.2

Tabla 4.2 Resultados Radiación difusa (sin carga del motor)

Voltaje Radiación Difusa (sin carga)	
Fuente de Alimentación	14.66 v
Batería	13.6 v
Salida del controlador	13.68 v
Inversor	104.5 v

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

4.2.3 Pruebas con carga

En este caso se debe realizar pruebas de funcionamiento, tomando los valores de voltaje del sistema en los ya mencionados componentes, pero conectado el prototipo mientras realiza su trabajo, es decir con carga.

Siguiendo el procedimiento antes mencionado, se obtiene los siguientes resultados.

- **Radiación Directa:**

Tabla 4.3 Resultados Radiación directa (con carga del motor)

Voltaje Radiación Directa (con carga)	
Fuente de Alimentación	13.05 v
Batería	12.25 v
Salida del controlador	12.25 v
Inversor	103.5 v

Fuente: Sosa German, Uvidia Mauricio

- **Radiación Difusa:**

Tabla 4.4 Resultados Radiación difusa (con carga del motor)

Voltaje Radiación Difusa (con carga)	
Fuente de Alimentación	12.45 v
Batería	12.15 v
Salida del controlador	12.20 v
Inversor	101.5 v

Fuente:(Sosa German, Uvidia Mauricio)

Igualmente además de las pruebas realizadas de acuerdo al tipo de radiación, teniendo carga, o no, se determina que la autonomía del sistema es de 195 minutos, es decir si recibir carga por parte del panel

solar fotovoltaico.

Finalmente, de esta manera queda nuestro prototipo.



Fig. 4.8 Prototipo I

Fuente: (Sosa German, Uvidia Mauricio)



Fig. 4.9 Prototipo II

Fuente: (Sosa German, Uvidia Mauricio)

Conclusiones

- Las energías limpias son aquellas que nos permiten obtener energía eléctrica, a través del efecto fotovoltaico, como también la energía eólica contenida en el viento, desde la vela y el molino de Persia, igualmente la hidráulica con el molino de agua son ejemplos de su desarrollo, es decir aquellas que son inagotables desde el periodo de existencia de la humanidad. No generan una alteración del equilibrio térmico de nuestro planeta, que sus residuos irrecuperables y su velocidad no supere a la regeneración de la fuente energética y la materia prima utilizada, enfrentando de esa manera la amenaza global que ha surgido en cuanto al cambio climático y el gradual incremento del efecto invernadero sobre la tierra, ya que la principal diferencia es que este tipo de energías limpias es que no generan desperdicios y sus fuentes son prácticamente inagotables.
- Debido a la utilización de Energía Solar Fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, lo adecuado fue la utilización de un motor eléctrico de $\frac{1}{4}$ de Hp, junto a un sistema reductor que desmultiplica su giro, y que a la vez va conectado un sistema de plato, biela y pistón, que permita transformar el movimiento circular en rectilíneo, adecuado para poder compactar una lata de bebidas.
- Determinando el factor de deformación de las latas de bebidas, pudimos iniciar el diseño del sistema. El motor eléctrico de $\frac{1}{4}$ de HP era el indicado para que realice este objetivo, conectado a un sistema reductor, donde es montado el conjunto plato, biela y pistón, para realizar la compactación. Conectado a un sistema fotovoltaico de acuerdo a la potencia y consumo

del motor eléctrico, que cuenta de un panel solar fotovoltaico monocristalino, un controlador del sistema, una batería y un sistema inversor.

- De acuerdo al motor eléctrico requerido, determinamos que, el Inversor requerido es aquel que tenga una potencia como valor mínimo $\frac{1}{4}$ de HP y voltaje de salida de 110 V para que pueda trabajar junto al motor eléctrico, incorporando un inversor de 12 V a 110 V, con 500 W de potencia. Un regulador de voltaje de 12 V, utilizando aquel que sea de 12/24V con una capacidad de hasta de 10 A. Se determinó que la batería más apropiada según los requerimientos y la disponibilidad en el mercado es de tipo 12 V y 102 Ah, que suministre la potencia consumida por el motor. Se estableció que el generador fotovoltaico indicado es aquel que entregue 12 V de salida al regulador de voltaje y posteriormente a la batería. En este caso el sistema será alimentado por un panel solar fotovoltaico monocristalino de 80W, de 1205 x 545 mm de dimensión, que entregara un voltaje de alimentación de 17.64 V, lo cual es óptimo para que la batería se cargue, ya que el voltaje de carga debe ser superior al voltaje de la fuente. Y finalmente el sistema de compactación, es decir el conjunto plato, biela y pistón ira montado sobre el eje de salida de la Caja Reductora, la cual va conectada al Motor Eléctrico por medio de la junta.
- Por medio de las pruebas de funcionamiento se evidencio que el factor de deformación obtenido de las 3 muestras fue preciso, ya que por medio de estos valores se pudo determinar la potencia mecánica necesaria para compactar las 3 diferentes latas de aluminio de bebidas y dimensionar el

sistema de alimentación indicado para el motor eléctrico, aquel que nos da una autonomía o respaldo de 195 minutos, sin carga.

Recomendaciones

- Es necesario conocer acerca de la energía solar fotovoltaica para este tipo de proyectos que involucren la utilización de recursos naturales diferentes a los usuales y contaminantes, ya que estos no se los puede controlar, y se depende de muchos factores, como el clima e incluso astronómicos, la distancia que separa la tierra del sol, para de esa manera determinar el diseño del prototipo y el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- El punto más importante en este tipo de proyectos, es tener muy claro la función que va a cumplir el prototipo, como en este caso compactar una lata de aluminio. Se debe determinar el factor de deformación de la misma, obtener la potencia mecánica del motor que será necesario para deformarla, acoplar un sistema reductor para desmultiplicar el giro y aumentar el torque. Dimensionar el sistema de poder fotovoltaico de acuerdo al consumo de energía del motor eléctrico. Finalmente diseñar piezas mecánicas de precisión de acuerdo al fin del prototipo, según el eje de salida del sistema reductor, las medidas del objeto a compactar, y determinar el esfuerzo aplicado cada pieza.
- Aunque este tipo de tecnologías han sido muy estudiadas, no llegan a ser tan relevantes como deberían, por lo que es necesario comprobar previamente la disponibilidad de los componentes, debido a que Ecuador sigue siendo un país generador de materias primas mas no de productos terminados, lo que dificulta la obtención de los mismos, para el diseño y posteriormente ensamblaje del prototipo.

- Es indispensable realizar las debidas pruebas de funcionamiento en lo referente al sistema de poder fotovoltaico, tanto en condiciones favorables es decir radiación directa, y desfavorables con presencia de radiación difusa, para comprobar que el sistema dimensionado en el estudio haya sido acertado.
- Finalmente se puede señalar que el mantenimiento del prototipo no es muy complicado ni extenso. El motor eléctrico monofásico WEG de $\frac{1}{4}$ HP es de mantenimiento libre según el fabricante, el sistema reductor cada 20 mil horas se le debe reemplazar el aceite de engranajes de viscosidad SAE 90.

En lo referente al conjunto plato, biela y pistón, se debe verificar siempre antes de encender la máquina, que se encuentren correctamente acoplado el conjunto por medio de los pernos, tuercas y arandelas, y reajustar si es que es necesario, ya que pueden aflojarse debido al funcionamiento, si es que se encuentra aislamiento en la rosca de los pernos, reemplazar los mismos, si es que es necesario.

La guía del pistón debe ser lubricada cuando se presente necesario, utilizando un lubricante multipropósito como "WD-40".

El sistema solar fotovoltaico es de libre de mantenimiento según el fabricante, el único componente del sistema, en este caso el panel solar, debe estar dispuesto a 15° para evitar la presencia de polvo y suciedad, lo cual puede disminuir su rendimiento.

La batería o acumulador, es igualmente de libre mantenimiento, pero se la deberá reemplazar cuando sea necesario, cuenta con una garantía de 5 años.

Finalmente en el caso de la Junta, la araña de goma de la misma debe ser reemplazada al encontrarse cuarteada o presentar vibraciones y ruido en la transmisión.

Referencias Bibliográficas

- Madrid, Antonio, Energías Renovables: Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones, Primera Edición, Madrid-España, 2009.
- Fernández Salgado, José María, Tecnologías de las Energías Renovables, Primera Edición, Madrid-España, Edición Mundi-Prensa, 2009.
- Moselle, Boaz, Electricidad Verde: Energías renovables y sistema eléctrico, Primera Edición, Madrid, 2010.
- Altadill Colominas, Ramón, Reciclaje de Residuos Industriales: Residuos Sólidos Urbanos y fangos de depuradora, Primera Edición, España, Ediciones Díaz de Santos, 2009.
- Roldán Vilorio, José, Energías Renovables: Lo que hay que saber, Primera edición, España, Editorial Ediciones Paraninfo, 2012.
- Wheat, Dale, Arduino Internals: Look into the heart of your Arduino board, Primera edición, Estados Unidos de America, Technology in Action, 2011.
- Askeland, Donald R, Ciencia e Ingeniería de los materiales, Tercera edición, Missouri-EEUU, 1998.

ANEXO A – Motor WEG Monofásico

Especificaciones Técnicas Motor ¼ HP

	Motor Monofásico WEG
Características	Valor
Potencia	1/4 Hp
Polaridades	2 o 4
Tensión	110/220 V
A	5.00/2.50
SFA	5.80/2.90
SF	1.35
Frecuencia	60 Hz
RPM	1730
Tipo De Carcasa	Chapa de acero
AMB	40°C

Fuente: www.weg.net/ec

ANEXO B – ECUA-RED

Caja Reductora Original IT 40:1

	Caja Reductora
Tipo	IT 40:1
Marca	ECUA-RED
Especificaciones	Relación de transmisión 40:1
	Apta para motores eléctricos de 1/4 hasta 1 HP

Fuente: ECUA-RED

ANEXO C – ACERO DE MAQUINARIA

Acero de transmisión 4140R

Acero	Tipo templado	Tipo enfriamiento	Tipo revenido	Características y Aplicaciones
4140R	830-850	Aceite	500-650	Piezas que requieren elevada resistencia de tracción y alta tenacidad, cigüeñales, engranes de transmisión, ejes, bielas, portainsertos, partes para bombas, espárragos, etc.

Fuente: <http://brouwer-ingenieria.com/sitio/index.html>

ANEXO D – ESFUERZO APLICADO

Ensayo de estructuras mecánicas

Esfuerzo Aplicado

Determinar el Esfuerzo aplicado en cada componente del conjunto de compactación.

Datos:

$$\varnothing \text{ Plato} = 7.30 \text{ pulg}$$

$$\varnothing \text{ Biela} = 0.76 \text{ pulg}$$

$$\varnothing \text{ Pistón} = 2.62 \text{ pulg}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2} (\text{psi})$$

Plato:

$$\sigma = \frac{713.57 \text{ lbf}}{[\pi \times (3.65 \text{ pulg})^2]}$$

$$\sigma = 17,05 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2} (\text{psi})$$

Biela:

$$\sigma = \frac{713.57 \text{ lbf}}{[\pi \times (0.38 \text{ pulg})^2]}$$

$$\sigma = 1585.71 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2} (\text{psi})$$

Pistón:

$$\sigma = \frac{713.57 \text{ lbf}}{[\pi \times (1.31 \text{ pulg})^2]}$$

$$\sigma = 132.39 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2} (\text{psi})$$

Fuente: Donald R Askeland, 1998, p.160.

ANEXO E – ALPHA CELL

Batería Alpha Premium gel 195 GXL

Especificaciones Técnicas Alpha Cell 12 v	
Marca	Alpha
Tipo	Premium gel 195 GXL
Procedencia	EE.UU
Torque en la terminal	12.4 NM
Voltaje de carga	13.5 a 13.8 Vdc @ 25°C
Capacidad	102 Ah
Peso	30.5 kg
Celdas por unidad	6
Altura	215.4 mm
Ancho	340.9 mm
Profundidad	172.7

Fuente: <http://www.alpha.com>

ANEXO F – TEKTRUM CORP

Panel Solar Monocristalino PV 80 W 12 V

Panel Solar Monocristalino PV 80 W 12 V	
Dimensiones (mm)	1205x545x35mm
Potencia Máxima	80 W
Tensión máxima de alimentación	17.64 V
Corriente máxima de potencia	4.54 A
Voltaje a Circuito Abierto	21.88 V
Corriente de Corto Circuito	4.98 A
Tensión máxima del sistema	1000 V
Coeficiente de temperatura I _{sc}	0.06 % / ° C
Coeficiente de temperatura V _{oc}	- 0.397 % / ° C
Coeficiente de temperatura P _{max}	- 0.549 % / ° C

Fuente: www.tektrumcorp.com

ANEXO G – TEKTRUM CORP

Inversor 12 V A 120 V

	Inversor
Tipo	12 V a 120 V 500 W
Marca	Tektrum
Características	Convierte la energía de 12 V de la batería a 120 V de red doméstica AC
	Permite encender equipos de oficina y elementos eléctricos en el automóvil, etc.

Fuente: www.tektrumcorp.com

ANEXO H – TEKTRUM CORP

Regulador de Voltaje 10A 12V/24V

	Regulador de Voltaje
Tipo	10A 12V/24V
Marca	Tektrum
Especificaciones	Regula la corriente de carga de la batería
	Protecciones de exceso de carga
	Protecciones de corto circuito
	Protecciones de Sobrecarga
	Protecciones de Polaridad
	Protecciones de Truenos

Fuente: www.tektrumcorp.com