

Lección 1: La captación fotovoltaica.

En esta lección estudiaremos una serie de conceptos sobre las diversas formas de aprovechamiento fotovoltaico, de la energía procedente del sol. Estas formas son muy variadas, por lo que a lo largo del curso no profundizaremos en todas ellas, solamente lo haremos en las más generales.

Índice de la Lección 1:

Lección 1: La captación fotovoltaica.....	1
1.1. Introducción:	3
1.2. Tipos de instalaciones.	4
1.3. Instalaciones fotovoltaicas en el espacio.	5
1.3.1. Instalaciones para suministrar energía a ingenios espaciales.	5
1.3.2. Instalaciones para producción en el espacio de energía eléctrica, para su consumo terrestre.	6
1.3.3. Instalaciones para la producción lunar de energía eléctrica, para su consumo terrestre.	7
1.4. Instalaciones fotovoltaicas terrestres.	9
1.4.1. Instalaciones aisladas de la red eléctrica.	9
1.4.2. Instalaciones conectadas a la red eléctrica.	23
1.5. Impacto ambiental de la energía solar fotovoltaica.	27
1.6. Tecnologías recomendables para la producción de energía eléctrica.	31

Índice de figuras de la Lección 1:

Figura 1L1: (Fuente: NASA): Estación espacial internacional.	5
Figura 2L1: (Fuente: NASA): Estación espacial internacional.	6
Figura 3L1: (Fuente SPACEREF (NASA)): Satélite para captación de energía solar.....	7
Figura 4L1: (Fuente NASA): Central solar lunar.	8
Figura 5L1: Instalación solar fotovoltaica básica.	9
Figura 6L1: Refugio de alta montaña en el Pirineo Oscense.....	10
Figura 7L1: (Fuente SOLÉNER): Bombeo de agua.....	11
Figura 8L1: (Fuente SOLÉNER): Bombeo de agua.....	11
Figura 9L1: (Fuente ION): Pastor eléctrico con energía solar.....	12
Figura 10L1: Poste SOS de carretera.....	13
Figura 11L1: (Fuente Kyocera): Señalización alimentada con energía solar.	14
Figura 12L1: (Fuente Kyocera): Estación meteorológica alimentada con energía solar.....	14
Figura 13L1: (Fuente Halcón Solar): Barco solar.....	15
Figura 14L1: (Fuente Northwestern University): Automóvil solar.....	15
Figura 15L1: (Fuente Northwestern University): Automóvil solar.....	16
Figura 16L1: (Fuente NASA): Avión solar Helios.....	16
Figura 17L1: (Fuente Innovative Technologies): Alimentador solar.....	17
Figura 18L1: (Fuente Innovative Technologies): Linterna solar.....	17
Figura 19L1: (Fuente Innovative Technologies): Cargador de baterías solar.....	18

Figura 20L1:	Calculadora solar.....	18
Figura 21L1:	(Fuente Kyocera): Protección catódica en instalación marítima.	19
Figura 22L1:	(Fuente programa Energie de la UE): Vivienda bioclimática unifamiliar aislada en Portugal con un sistema mixto de energía solar fotovoltaica y eólica.....	19
Figura 23L1:	Módulo solar flexible.....	21
Figura 24L1:	(Fuente Eurotecma): Equipo de refrigeración móvil para el transporte de vacunas en el desierto.....	22
Figura 25L1:	(Fuente programa Energie de la UE): Urbanización de viviendas bioclimáticas unifamiliares en Holanda.....	23
Figura 26L1:	(Fuente EHN): Central fotovoltaica de 1,3 MW de Montes del Cierzo en Navarra.....	24
Figura 27L1:	(Fuente Kyocera): Tejado solar.	24
Figura 28L1:	(Fuente SOLÉNER): Central de refuerzo a final de línea.	25
Figura 29L1:	(Fuente programa Energie de la UE): Sistema de concentración solar fotovoltaico en las Islas Canarias.....	26

Índice de tablas de la Lección 1:

Tabla 1L1:	Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas.....	4
Tabla 2L1:	Espacio ocupado por diversas tecnologías energéticas.	29
Tabla 3L1:	Diversas tecnologías solares de producción de electricidad. ...	31

1.1. Introducción:

Existen dos fenómenos físicos, que permiten la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, estos son:

- ***El efecto termoeléctrico***, en el cual la corriente eléctrica se produce a partir del calor de la radiación luminosa directamente.
- ***El efecto fotoeléctrico***, en el que la corriente eléctrica se produce a partir de la energía de la radiación electromagnética directamente.

El primero de ellos se ha utilizado mucho en la industria, para aplicaciones muy diferentes de la producción de energía. Pero es un procedimiento que requiere una serie de condiciones, que han impedido su utilización generalizada en el campo energético, por lo que no profundizaremos en él.

El segundo presenta ventajas claras dada su sencillez, modularidad y fiabilidad, por lo que su campo de aplicación se ha hecho muy amplio: desde la utilización en productos de consumo, como relojes y calculadoras, hasta la electrificación de viviendas aisladas o pequeñas comunidades de vecinos, el bombeo de agua, las señalizaciones terrestres y marítimas, las comunicaciones o el alumbrado público.

La tecnología disponible en la actualidad hace que las instalaciones fotovoltaicas tengan un interés y una rentabilidad altos, especialmente en aquellos lugares alejados de la red eléctrica, de manera que, en muchos casos, constituyen la mejor opción en términos económicos, de operatividad y de suministro.

En los siguientes apartados abordaremos las distintas maneras de utilizar el efecto fotoeléctrico, para la producción de energía eléctrica, en diversos tipos de instalaciones.

1.2. Tipos de instalaciones.

Existen multitud de aplicaciones y formas de usar la energía solar fotovoltaica, por lo que indicar una única estructura tipo, para todas las instalaciones, es imposible. Las instalaciones de energía solar fotovoltaica se pueden dividir, según un esquema muy general, como se indica a continuación.

Tabla 1L1: Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas.

Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas		
Instalaciones fotovoltaicas en el espacio.	Energía solar fotovoltaica, para suministrar energía a ingenios espaciales.	
	Instalaciones para producción en el espacio de energía eléctrica, para su consumo terrestre.	
	Instalaciones para producción lunar de energía eléctrica, para su consumo terrestre.	
Instalaciones fotovoltaicas terrestres.	Instalaciones de energía solar fotovoltaica, para iluminación de viviendas e instalaciones aisladas.	
	Instalaciones de energía solar fotovoltaica para bombeo de agua.	
	Instalaciones de energía solar fotovoltaica para aplicaciones agrarias diversas.	
	Las instalaciones aisladas de la red eléctrica.	Instalaciones de energía solar fotovoltaica para instalaciones de comunicaciones, señalización y otros.
	Vehículos experimentales.	
	Productos de consumo.	
	Protección catódica.	
	Sistemas mixtos o híbridos.	
	Sistemas con módulos flexibles.	
	Aplicaciones en países subdesarrollados.	
Las instalaciones conectadas a la red eléctrica.	Instalaciones de energía solar fotovoltaica, para edificación bioclimática.	
	Centrales eléctricas fotovoltaicas.	
	Instalaciones de energía solar fotovoltaica en edificaciones, para suministro a la red eléctrica.	
	Instalaciones de energía solar fotovoltaica, para refuerzo en finales de línea.	
	Sistemas de concentración.	

1.3. Instalaciones fotovoltaicas en el espacio.

Las aplicaciones de la energía solar en el espacio tienen un papel muy importante en ciertas aplicaciones, y pueden llegar a tener un papel aún mayor. Los principales tipos son los siguientes:

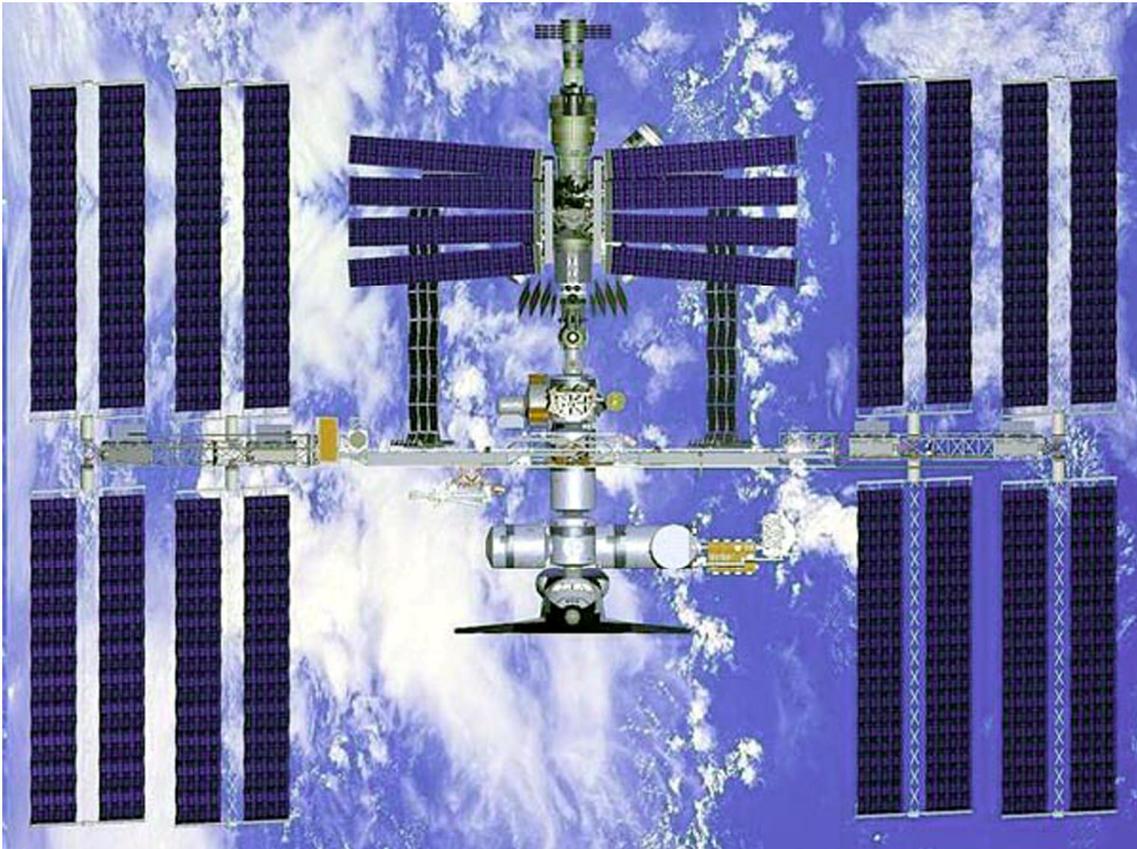
1.3.1. Instalaciones para suministrar energía a ingenios espaciales.

Se ha aplicado en todo tipo de instalaciones, como satélites de comunicaciones, meteorológicos, estaciones espaciales, etc., donde hasta ahora es insustituible. Este tipo de instalaciones tienen una estructura muy similar a la de cualquier instalación aislada, ya que necesitan captar y acumular energía para usarla en los momentos más desfavorables.

Figura 1L1: (Fuente: NASA): Estación espacial internacional.



Figura 2L1: (Fuente: NASA): Estación espacial internacional.



1.3.2. Instalaciones para producción en el espacio de energía eléctrica, para su consumo terrestre.

Este sistema y otros parecidos están en fase experimental, pero pueden tener un gran futuro, dada la creciente demanda de energía. Su funcionamiento consiste en desplegar en el espacio un gran sistema de captación de energía y un sistema de reenvío a tierra mediante microondas. Esto se realizaría mediante grandes satélites, situados en órbita geoestacionaria a la Tierra y a una altitud de 40.000 km.

Los módulos situados en los satélites recibirían un promedio de ocho veces más luz solar de la que se recogería en la superficie terrestre. Estos módulos no serían afectados por las nubes, el polvo atmosférico o por el ciclo día-noche de la Tierra.

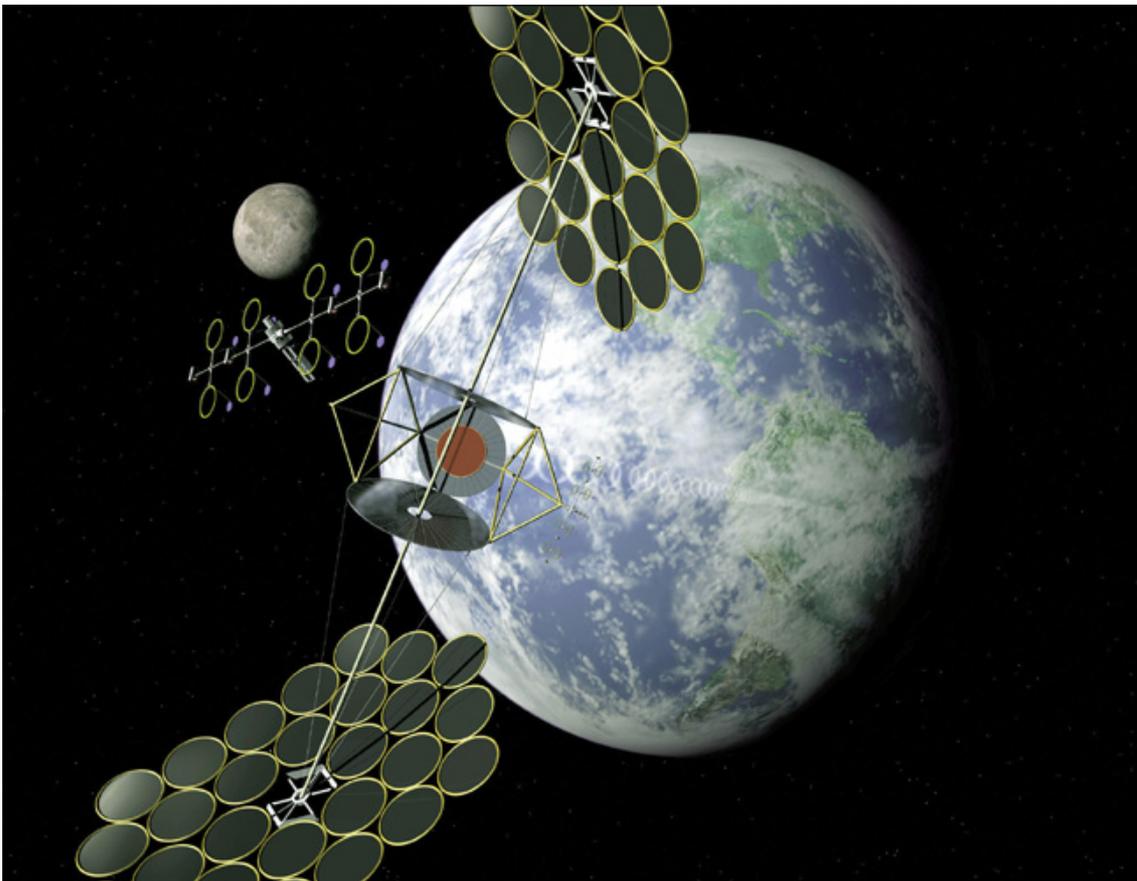
El envío de miles de toneladas de módulos solares al espacio sería extremadamente caro. Sin embargo, puede haber una manera de reducir el área necesaria de los módulos, concentrando la luz solar. Un obstáculo a la concentración de luz solar es que el proceso genera mucho calor, que podría dañar los módulos si se alcanzan altas temperaturas. No obstante, existe la posibilidad de capturar este calor de desecho y convertirlo en electricidad a través de un proceso termoeléctrico. Otra posibilidad sería recubrir la superficie de los espejos y lentes con materiales especiales, que actúen de filtro, de

manera que se puede reflejar la parte del espectro solar, que no es utilizado por los módulos fotovoltaicos, reduciendo el exceso de calor.

Este procedimiento no necesitaría grandes sistemas de acumulación, ya que la mayor parte de la energía captada sería enviada fuera, para su utilización en tierra. Una posibilidad es la de convertir la energía solar almacenada en radiación por microondas y enviarla a la Tierra. Otra posibilidad es la utilización de rayos láser. El uso del láser eliminaría la mayoría de los problemas asociados a las microondas.

Usando las tecnologías existentes actualmente, un sistema de producción de energía solar en el espacio podría generar energía a un costo de 0,5 a 0,6 € por kWh, incluyendo los costos de construcción del primer sistema. Se estima que, en unos 15 a 25 años, podría reducirse el coste a 0,05 a 0,08 € por kWh. Un precio comparable con los precios actuales de otras fuentes de energía.

Figura 3L1: (Fuente SPACEREF (NASA)): Satélite para captación de energía solar.

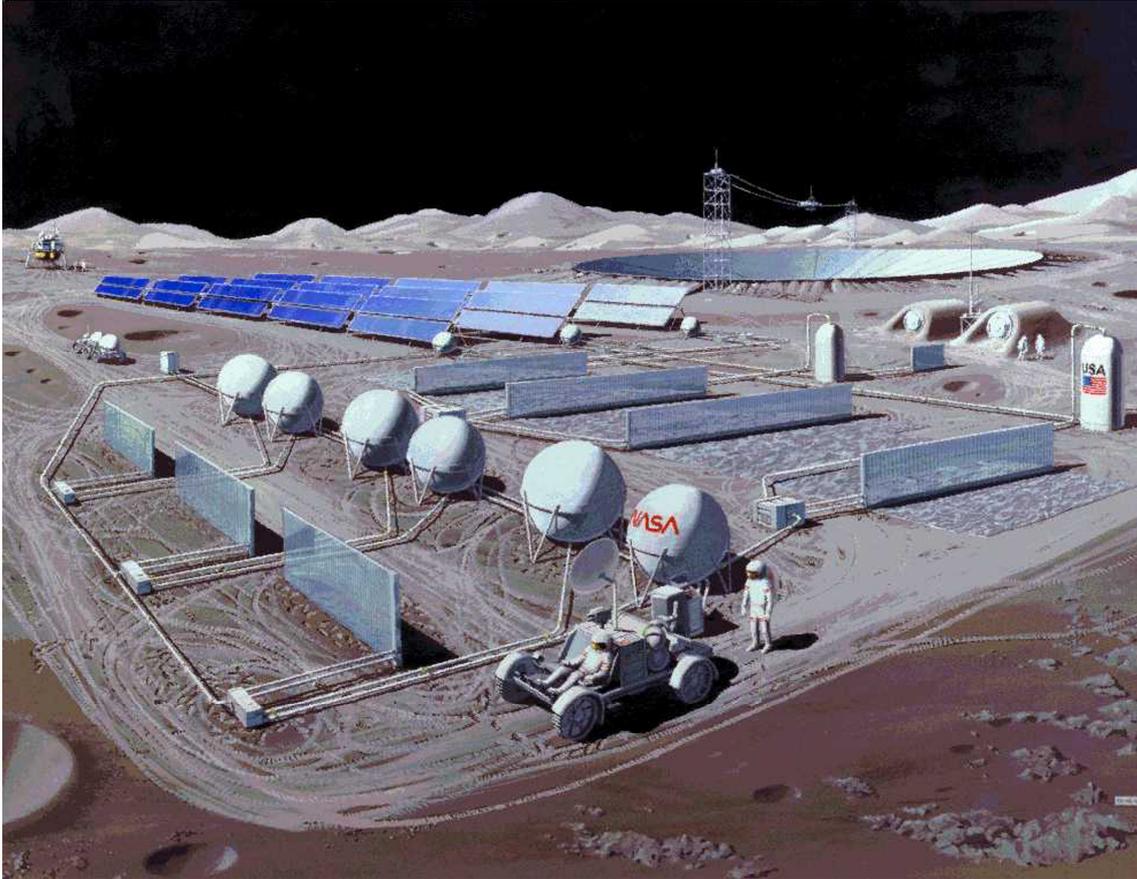


1.3.3. Instalaciones para la producción lunar de energía eléctrica, para su consumo terrestre.

Este sistema está en fase experimental, pero puede tener un gran futuro, dada la creciente demanda de energía, su funcionamiento consiste en un gran sistema de captación de energía y un sistema de reenvío a tierra mediante

microondas. Este procedimiento no necesitaría grandes sistemas de acumulación, ya que la mayor parte de la energía captada sería enviada fuera, para su utilización en la Tierra. Sería una tecnología similar a la anterior.

Figura 4L1: (Fuente NASA): Central solar lunar.



1.4. Instalaciones fotovoltaicas terrestres.

Las instalaciones terrestres de energía solar fotovoltaica se dividen, a su vez, en dos grandes grupos:

- Las instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- Las instalaciones conectadas a la red eléctrica.

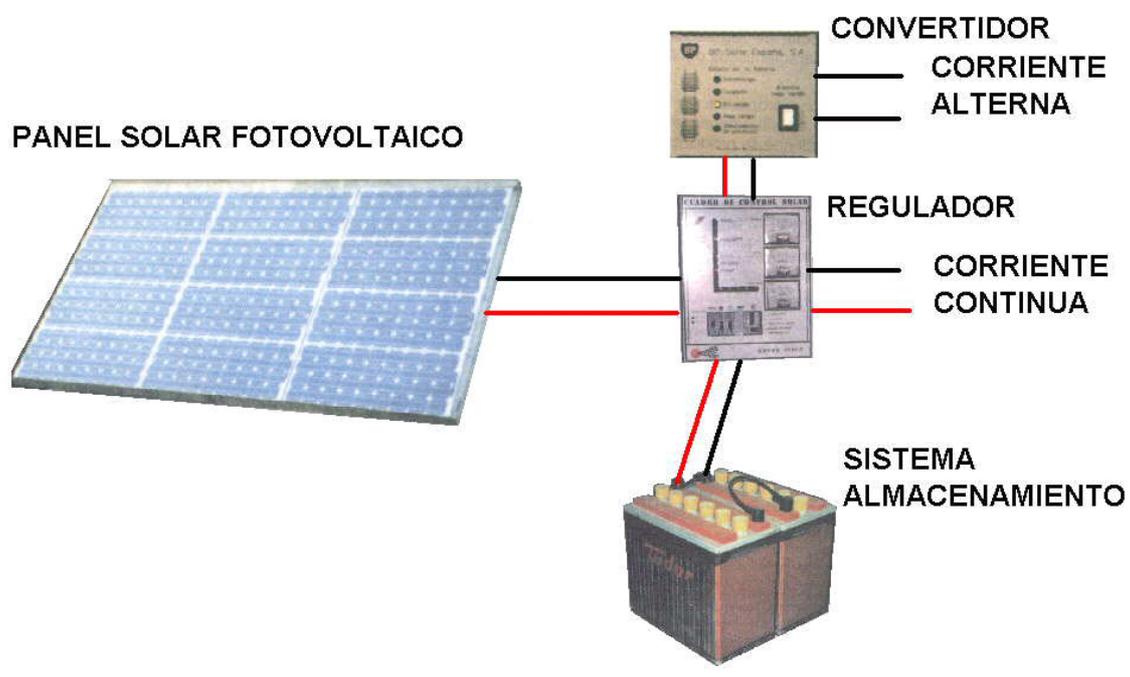
1.4.1. Instalaciones aisladas de la red eléctrica.

La mayoría de estas instalaciones tienen en común la necesidad de acumular la energía captada del sol, ya que, al estar aisladas de la red eléctrica, es necesario acumular la energía que se recibe en las horas de sol, para utilizarla en las horas nocturnas o en las que hay muy poca irradiación solar.

No obstante, todas las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red eléctrica no tienen sistemas de acumulación de energía, ya que en algunos casos no los necesitan y en otros la acumulación no es estrictamente de energía, ya que se hace, por ejemplo, acumulando agua en un depósito.

Un ejemplo muy general, de instalación solar fotovoltaica terrestre, lo podemos ver en la siguiente figura.

Figura 5L1: Instalación solar fotovoltaica básica.



Este tipo de aplicaciones se puede dividir en seis grandes grupos, que mencionamos a continuación.

1.4.1.1. Instalaciones de energía solar fotovoltaica para iluminación de viviendas e instalaciones aisladas.

En situaciones de aislamiento, la instalación de un generador solar fotovoltaico, presenta ventajas económicas frente a la extensión de la red eléctrica convencional. Este es el caso de viviendas aisladas de ocupación permanente o temporal, refugios de montaña, iluminación pública, iluminación y control de invernaderos, iluminación de granjas, sistemas de ordeño, sistemas de refrigeración de leche, electrificación de cercas, depuración de agua del mar, depuración de agua salobre, equipamiento de áreas recreativas, etc.

Figura 6L1: Refugio de alta montaña en el Pirineo Oscense.



1.4.1.2. Instalaciones de energía solar fotovoltaica para bombeo de agua.

La aplicación de los sistemas de bombeo fotovoltaico se centra en zonas rurales, atendiendo tanto al suministro de agua, para consumo e higiene humana, como a la utilización del agua en aplicaciones agrícolas y ganaderas. El rango de potencias cubierto por los sistemas fotovoltaicos se extiende desde unos cientos de vatios pico hasta varios cientos de kW_p, siendo especialmente frecuente la utilización de sistemas con potencias pico dentro del rango de 400 W_p a 1.400 W_p, que permiten bombear agua a alturas sobre 5 m y 60 m del nivel de base y con volúmenes bombeados de agua menores que 75 m³/día.

A continuación, podemos ver una instalación de bombeo solar directo, diseñada expresamente para riego por goteo de una plantación de acebuches por la empresa SOLÉNER. El sistema de control se encarga de mantener la presión necesaria para los goteros sin necesidad de instalaciones auxiliares. Se obtienen 25.000 litros/hora y 4 kilos de presión. El agua se bombea desde 110 metros de profundidad con una bomba centrífuga de mercado.

Originalmente la instalación funcionaba con un grupo electrógeno que obligaba a realizar mantenimiento casi a diario (gasoil, aceite, arranque / paro).

Figura 7L1: (Fuente SOLÉNER): Bombeo de agua.



En las fotografías se puede apreciar que los módulos están situados en alto. La razón es para evitar su robo, muy frecuente en algunas zonas rurales.

Figura 8L1: (Fuente SOLÉNER): Bombeo de agua.



1.4.1.3. Instalaciones de energía solar fotovoltaica para aplicaciones agrarias diversas.

Dentro de este grupo, hay diversas aplicaciones como pastores eléctricos o control de regadíos y en general cualquier tipo de equipo móvil o fijo que necesite pequeña potencia.

Los pastores eléctricos se utilizan para el control de ganado vacuno, ovino y bovino, así como en granjas de conejos. También se utilizan como sistemas de protección contra jabalís, zorros y otros animales salvajes. Normalmente los pastores eléctricos utilizan paneles de silicio amorfo, dado su bajo coste y su fácil manejo. Son sistemas muy sencillos en los que el módulo permanece plegado hasta el momento de la puesta en marcha, que se debe desplegar de forma que quede orientado al sol de mediodía. Su autonomía en ausencia de sol es de 300 horas en potencia baja y 120 en alta potencia, con la batería a plena carga. Normalmente disponen de controles del estado de la batería y del aislamiento de la cerca.

Figura 9L1: (Fuente ION): Pastor eléctrico con energía solar.

