

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Y AGROPECUARIAS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**GUIA PARA LA UTILIZACIÓN DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA  
EL BOMBEO DE AGUA PARA USO AGROPECUARIO APLICADA EN  
EL PROYECTO "LA SOLEDAD" UNIÓN SAN ANTONIO JALISCO**

***TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN***

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTA:

**JOSÉ MURO CASTRO**

LAS AGUJAS MPIO. DE ZAPOPAN JALISCO NOVIEMBRE DE 2003



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO**  
**COMITE DE TITULACION**

**ING. ELENO FELIX FREGOSO**  
**DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**PRESENTE**

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación: INVESTIGACION Y ESTUDIOS DE POSGRADO, opción TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION, con el titulo:

**" GUIA PARA LA UTILIZACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA EL BOMBEO DE AGUA PARA USO AGROPECUARIO APLICADO EN EL PROYECTO "LA SOLEDAD", UNION DE SAN ANTONIO , JALISCO"**

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

**JOSE MURO CASTRO**

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

**ING. PEDRO TORRES SANCHEZ**  
**ING. JUAN RUIZ MONTES**

**DIRECTOR**  
**ASESOR**

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

**M.C. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ**  
**DR. FERNANDO LOPEZ ALCOCER**  
**ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**VOCAL**

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

**ATENTAMENTE**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Aguas, Zapopan, Jal. A 9 de junio de 2003.

  
**ING. RENE RODRIGUEZ VILLALOBOS**  
**PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION**

  
**M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA**  
**SRIO. DEL COMITE DE TITULACION**

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO  
POR ESTA OPORTUNIDAD BRINDADA.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

POR HABERME ABIERTO LAS PUERTAS DE SUS AULAS.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS.

QUE ATRAVEZ DE SUS MAESTROS CONTRIBUYERON CON SUS  
ENSEÑANZAS A MI FORMACIÓN PROFESIONAL.

AL ING. PEDRO TORRES SÁNCHEZ Y  
AL ING . JUAN RUIZ MONTES.

DIRECTOR Y ASESOR RESPECTIVAMENTE. POR EL TIEMPO DEDICADO  
PARA LA COLABORACIÓN, ORIENTACIÓN, Y SUS SUBGERENCIAS, PARA LA  
REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO, NO DEJANDO DE LADO SU SINCERA  
AMISTAD.

A TODO EL PERSONAL DEL FIRCO JALISCO

POR SUS ENSEÑANZAS, POR EL INCONDICIONAL APOYO RECIBIDO Y  
POR SU AMISTAD BRINDADA.

A LOS AMIGOS QUE SON UNA FUENTE MÁS DE MOTIVACIÓN.

## DEDICATORIAS

A MIS PADRES

GONZALO MURO  
NATALIA CASTRO

CON CARIÑO Y ADMIRACIÓN. QUE CON SUS SACRIFICIOS Y VALORES ME HAN  
GUIADO POR EL BUEN CAMINO.

A MIS HERMANOS

LUIS, LUCIA, MA. DE JESÚS, ANTONIO, GÓNZALO, ADOLFO, ALBERTO,  
ALFONSO, ROSA, MA. DE LA LUZ..  
Y SOBRINOS.

A TODOS POR SU INCONDICIONAL APOYO.  
PORQUE USTEDES SON UNA FUENTE DE INSPIRACIÓN,  
MOTIVACIÓN Y EJEMPLO HACIA EL CRECIMIENTO EN LOS  
DISTINTOS AMBITOS DE LA VIDA.

**CON CARIÑO Y AFECTO**

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN   | 1  |
| I.- INTRODUCCIÓN  | 3  |
| 1.1.- La energía solar  | 3  |
| 1.2.- Tipos de conversión de la energía solar                   | 3  |
| 1.3.- La energía fotovoltaica                                   | 4  |
| 1.4.-Aplicaciones de la energía fotovoltaica                    | 5  |
| II.-OBJETIVOS   | 8  |
| III.-ANTECEDENTES   | 9  |
| IV.-METODOLOGIA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO                      | 11 |
| 4.1.- Levantamiento de datos                                    | 11 |
| 4.2.- Datos del solicitante                                     | 12 |
| 4.3.- Apoyo solicitado desglosado                               | 12 |
| 4.4.- Localización geográfica                                   | 13 |
| 4.4.1.- Coordenadas geográficas                                 | 13 |
| 4.5.- Datos agroclimáticos                                      | 13 |
| 4.5.1.- Clima   | 13 |
| 4.6.- Suelo   | 14 |
| 4.7.- Vegetación  | 14 |
| 4.8.- Sistema de explotación actual                             | 15 |
| 4.8.1.- Uso del suelo   | 15 |
| 4.8.2.- Manejo  | 15 |
| 4.8.3.- Inventario ganadero                                     | 16 |
| 4.8.4.- Materia seca disponible en el rancho                    | 16 |
| 4.8.5.- Equipos e implementos                                   | 16 |
| 4.8.6.- Instalaciones   | 17 |
| 4.9.- Tecnología propuesta                                      | 17 |
| 4.9.1.- Calculo de las necesidades de agua para el ganado       | 21 |
| 4.9.2.- Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica           | 21 |
| 4.9.3.- Análisis técnico-económico                              | 24 |
| 4.10.- Hidráulica del sistema de bombeo                         | 25 |
| 4.10.1.- Equipo de bombeo compatible con sistemas fotovoltaicos | 27 |
| 4.10.2.- Selección de la bomba                                  | 29 |
| 4.11.- Mantenimiento del sistema                                | 30 |
| 4.12.- Otra fuente de energía no contaminante                   | 32 |
| V.- CONCLUSIONES  | 35 |
| VI.-RECOMENDACIONES   | 36 |
| VII.- BIBLIOGRAFÍA  | 37 |
| VIII.- ANEXOS   | 38 |

## RESUMEN

Las actividades productivas del predio que se expone como ejemplo en este estudio de caso, denominado "La Soledad", ubicado en el municipio de Unión de San Antonio, Jalisco se han estado realizando de una manera limitada, debido a un inadecuado manejo de los recursos existentes ya que se depende principalmente del temporal de lluvias, escaso en esta región alteña del estado.

Con el propósito de mejorar esta situación y hacerla más rentable se presenta el siguiente proyecto como un proceso de transferencia de tecnología en el cual se propone se utilice la energía fotovoltaica (solar), como un recurso natural, barato y de nulo impacto ambiental, para bombear agua de un pozo profundo y utilizarla para abrevar ganado y para pequeños sistemas de riego para la producción de forraje. El sistema tendrá una capacidad de sustraer del pozo 10,500 lts diariamente, cantidad que consideramos suficiente para cubrir los requerimientos de agua actual y la estimada al 5<sup>o</sup> año para los animales. Uno de los apoyos que tendrá el productor será un tanque de almacenamiento con el fin de obtener más cantidad de agua disponible, este será instalado a 125mts de distancia del pozo y a una altura de este de 5.30 mts ya que se encuentre a su máxima capacidad de almacenamiento el agua será enviada a un tanque que él ya posee cuya capacidad es de 1,263.5 m<sup>3</sup>. el productor tendrá una mayor cantidad de agua debido a que los dos bordos que tiene se encuentran a su máxima capacidad. Esto será de gran importancia ya que la utilizará tanto para abrevar ganado como para la producción de forrajes.

Los recursos económicos necesarios para llevar a cabo este proyecto se obtendrán de diversas fuentes que los gobiernos federal y estatal ponen a disposición de los productores. Entre ellos destacan los de la SAGARPA a través del programa de recuperación de tierras de pastoreo, el Banco Mundial a través del GEF (Agencia Mundial del Medio Ambiente), y recursos propios del productor.

Un aspecto importante en la programación de esta unidad de producción es la sustentabilidad del proyecto, el cual no solamente se basa en la disminución de costos por la eliminación del acarreo del agua o por la utilización de equipo convencional de bombeo de agua. Sino que también se basa en el incremento de la producción del rancho, de acuerdo a la tecnología propuesta.

En este proyecto se abaten los problemas que actualmente presenta por ejemplo, un déficit en la producción de 82.9 toneladas de materia seca para la alimentación del ganado, mejorar el uso del agua y evitar en lo posible la pérdida de suelo.

En la primera parte de este estudio, se describen las características geográficas, climáticas, físicas del entorno donde se realiza el proyecto, consecuentemente se realiza un inventario general de los recursos existentes. En una segunda parte se hace una propuesta tecnológica la cual tiene como propósito hacer mas eficiente esta unidad de producción sin detrimento de los recursos naturales disponibles.

Se realizó un análisis técnico-económico en el cual se observa una relación beneficio-costo de 1.36, esta relación se determina de acuerdo a las amortizaciones, los costos y los ingresos por ventas de productos logrados.

# I.-INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la energía del mundo se ha obtenido hasta ahora de las reservas fósiles de carbón y petróleo, pero al ser ya previsible el agotamiento de estas, además de ser contaminantes y tener que canalizar muchos recursos económicos por los altos costos para su transformación, la comunidad mundial en su conjunto señala que es preciso considerar su conservación y el empleo de otras fuentes de energía alternas, que disminuya sus costos y con el mínimo impacto ambiental, esta situación para la obtención de una mayor calidad de vida en nuestro planeta.

## 1.1. La Energía Solar.

La energía solar se presenta como radiación electromagnética con una distribución espectral y una intensidad fuera de la atmósfera, de  $1367 \text{ W/m}^2$  (constante solar).

Al atravesar la atmósfera sufre dispersiones y absorciones que modifican tanto el espectro, como la intensidad, hasta distribuciones y valores muy diferentes de un lugar a otro y de un instante a otro.

## 1.2 Tipos de conversión de la Energía Solar.

La energía solar, con su estructura energética, produce efectos muy diversos al incidir sobre los materiales y los cuerpos con los que interacciona.

Esos diversos efectos se originan en la excitación energética de los componentes atómicos y subatómicos de los materiales dando lugar a procesos químicos y bioquímicos así como a simples absorciones o transformaciones energéticas con o sin cambio de estructura física interna.

En un caso (fototérmica), la radiación solar solo consigue modificar el estado de agitación térmica de los componentes moleculares, atómicos y subatómicos de los materiales produciendo aumentos de su energía interna y, como consecuencia. Cuando no hay cambio de fase, un aumento de la temperatura.

Este fenómeno se produce para cualquier valor de la energía específica de la radiación incidente, aunque con intensidad diferente que depende de las características del material. Así pues, para producir efectos térmicos, sirve cualquier material y cualquier tipo de radiación.

En el otro (fotovoltaica), el efecto es algo más "especial". Aquí se consigue, si el material es el adecuado, liberar electrones de las estructuras microscópicas del material.



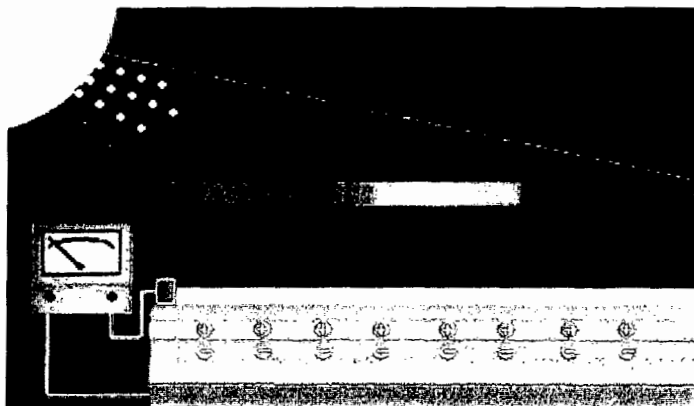
Para que este fenómeno ocurra la energía cuántica ( $h\nu$ ) de la radiación incidente ha de tener un valor mínimo. De hecho, este efecto fotoeléctrico ocurre para el material más habitual, el silicio monocristalino, con la parte del espectro solar de longitudes de onda inferiores a 1 m m.

### 1.3. La energía fotovoltaica

Esta consiste en transformar directamente la energía lumínica del Sol en energía eléctrica por medio de las Celdas fotovoltaicas.

La célula fotovoltaica, elemento encargado de transformar la energía solar en eléctrica, se basa en un fenómeno físico denominado efecto fotovoltaico, que consiste en la producción de una fuerza electromotriz por acción de un flujo luminoso que incide sobre la superficie de dicha célula. La célula fotovoltaica más común consiste en una delgada lámina de un material semiconductor compuesto principalmente por silicio de cierto grado de pureza, que al ser expuesto a la luz solar absorbe fotones de luz con suficiente energía como para originar el "salto de electrones", desplazándolos de su posición original hacia la superficie iluminada.

Al desprenderse estos electrones con su carga negativa (n) originan la aparición de huecos o lagunas con cargas positivas (p). Como los electrones tienden a concentrarse del lado de la placa donde incide la luz solar, se genera un campo eléctrico con dos zonas bien diferenciadas: la negativa, de la cara iluminada donde están los electrones y la positiva en la cara opuesta donde están los huecos o lagunas. Si ambas zonas se conectan eléctricamente mediante conductores adheridos a cada una de las caras de la placa el desequilibrio eléctrico origina una fuerza electromotriz o diferencia de potencial, creando una corriente eléctrica para igualar las cargas. Dicha corriente, obviamente continua, se genera en un proceso constante mientras actúe la luz solar sobre la cara sensible de la lámina.



*Figura. 1 Efecto Fotovoltaico*

Aproximadamente proveen 0,5 volt cada una de las fotocélulas , las cuales pueden conectarse en serie o en paralelo.

Si se conectan en serie incrementan el voltaje ya que se suma el voltaje individual de cada una de las fotocélulas solares.

Si se conectan en paralelo el voltaje se mantendrá constante al de una célula pero incrementará el amperaje.

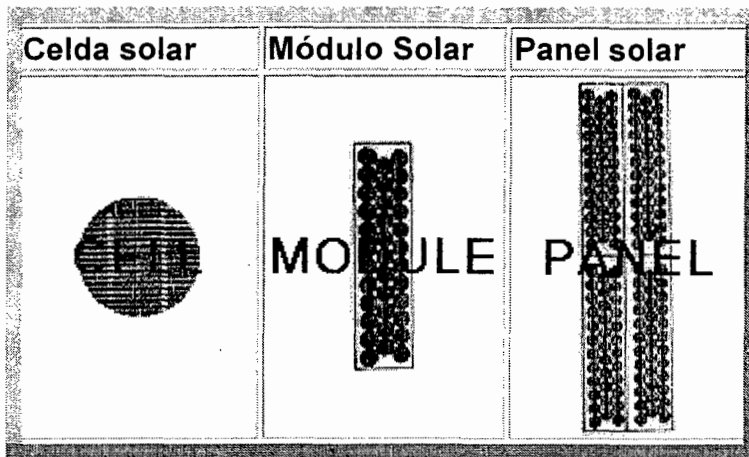


Figura. 2 celda solar

Existen varios tipos de paneles según los materiales usados, las tecnologías involucradas y sus características físico-eléctricas.

Las celdas monocristalinas de Si son las más populares. Las celdas policristalinas sin embargo están teniendo mucho auge y prometen reducir los costos.

#### 1.4. Aplicaciones de la Energía Fotovoltaica.

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son tan numerosas como las de la energía eléctrica por lo que aquí solo se hará un breve repaso de las aplicaciones más frecuentes y de mayor utilidad.

Instalaciones aisladas. La más sobresaliente de todas es el abastecimiento de energía eléctrica en viviendas rurales aisladas. Estas instalaciones permiten el acceso a la iluminación artificial, a las comunicaciones, a la música, a la TV, al bombeo y circulación de agua, etc, a muchos seres humanos actuales que por razones geográficas, políticas, económicas, etc. No podrían acceder de otra forma a ese bien social actual que es la electricidad.

Es evidente que el coste de la instalación depende mucho de los servicios que abastezca y las hay de muy diversos tamaños y características.

Desde las que proporcionan energía eléctrica a una familia indígena en cualquier país de bajo nivel de renta, con un solo panel, una batería, tres tubos fluorescentes y una toma de corriente para la radio, hasta las más sofisticadas en algunos lugares de Europa o Estados Unidos con potencias disponibles de 4 y 5 kW que proporcionan al usuario los mismos servicios que la red eléctrica general.

Otra aplicación evidente, y ya muy extendida, es el suministro eléctrico a estaciones de telecomunicaciones, normalmente situadas en lugares remotos e inaccesibles. Algo similar ocurre con balizas y boyas de señalización para la navegación. La iluminación de cruces de carreteras es ya frecuente, lo mismo que el abastecimiento eléctrico a puestos de socorro en autovías y autopistas.

En ciertos lugares remotos con dificultades de agua, una pequeña bomba alimentada por paneles fotovoltaicos puede extraer el agua necesaria para el ganado y para el riego.

En este caso, se puede evitar la acumulación en baterías, toda vez que el agua obtenida puede almacenarse.

También hay instalaciones conectadas a la red eléctrica general. En este caso, la instalación fotovoltaica se conecta a través de un inversor que produce electricidad del mismo tipo que la de la red convencional, y se suministra a la red la energía eléctrica producida por la instalación. Cuando no hay sol y, por tanto, no se produce electricidad en la instalación, el usuario toma la corriente de la red general. Es evidente que este tipo de instalaciones no necesita baterías para guardar energía.

Este tipo de instalaciones ha empezado un despegue comercial muy importante que se ha iniciado en Alemania y se está extendiendo por toda Europa y Estados Unidos. La Comisión Europea propugna medio millón de estas instalaciones para el año 2010 en su Libro Blanco para el fomento de las Energía Renovables en la Unión Europea.

Considerando los graves problemas que aquejan al país en su conjunto y al agro mexicano, particularmente en sus zonas lejanas de la red carretera y del sistema eléctrico nacional, la **energía solar** puede contribuir de manera significativa a resolver el problema de estos lugares en la obtención de energía motriz necesaria para el consumo humano y producción agropecuaria. Entre las aplicaciones mas comunes de esta energía en las áreas productivas destaca su aplicación en el funcionamiento de cercos eléctricos, el bombeo de agua de pozos, norias, estanques, presas y ríos, en sistemas de secado de productos agrícolas y/o producción mediana de energía eléctrica para vivienda todo ello hacia la contribución de un desarrollo rural sustentable.

Por lo anterior, el gobierno mexicano en distintas épocas, ha estado tratando de introducir este esquema de producción de energía en las áreas que así lo requieran, así la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), en coordinación con un programa específico del Banco Mundial, están apoyando económicamente para la implementación de proyectos para el bombeo de agua con paneles solares, principalmente instalados en los lugares donde no se cuenta con red accesible de energía eléctrica para accionar equipos de bombeo de agua para consumo humano y consumo pecuario logrando que el ganado cuente oportunamente con agua suficiente, limpia y fresca; además pudiendo establecer áreas de riego con cultivos forrajeros que complementen la alimentación animal, así como huertas familiares para la producción de hortalizas y frutales, que beneficien directamente la alimentación de los productores, usuarios de estos sistemas.

En ese contexto y con la finalidad de cumplir con el requisito establecido por una de las opciones para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo en la División de Ciencias Agronómicas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, se formuló este documento, para orientar a los lectores del mismo en los pasos y procesos a realizar para la ejecución de un Proyecto Pecuario utilizando el recurso de Energía Fotovoltaica

Por tal motivo se presenta este ejemplo real que culminó en la realización de un proyecto utilizando la energía fotovoltaica, en el predio La Soledad en el municipio de Unión de San Antonio, Jalisco, siguiendo las bases que la SAGARPA establece para la formulación de proyectos en el programa de Recuperación de Tierras de Pastoreo dentro del Programa Institucional Alianza Contigo.

Este trabajo se enfoca básicamente en instruir en la metodología requerida para la elaboración de tales proyectos, y de motivar a técnicos, alumnos y a todos los interesados en el empleo de esta opción ya que es un recurso limpio, abundante e inagotable siendo una buena alternativa para su aplicación en el medio rural de nuestro país, y por tal motivo es preciso su difusión.

## **II.-OBJETIVOS**

- Dar a conocer esta innovación tecnológica aplicable al desarrollo rural sustentable de nuestro país.
- Apoyar la difusión de esta tecnología en nuestro medio.
- Instruir en la formulación de proyectos de bombeo de agua utilizando la energía fotovoltaica, en base a las metodologías establecidas y requeridas por instituciones de apoyo, tanto del área federal, como estatal e internacional.
- Eficientar específicamente los procesos productivos agropecuarios en el predio "La Soledad", del municipio de Unión de San Antonio, Jalisco.
- Con la implementación de está tecnología, contribuir a la disminución en el consumo de combustibles contaminantes para el medio ambiente, tanto de esa región como del estado y país.

### III.-ANTECEDENTES

Se tiene noticia de algunas aplicaciones con cierto grado de sofisticación desde los albores de nuestra era, entre ellas es notable el relato de la defensa que Arquímedes hizo de su nación al incendiar las flotas romanas que la atacaban, utilizando reflectores planos ordenados de tal manera que enfocaban los rayos del sol sobre los navíos invasores. Esto ocurre en el año 212 a.C.

En 1839 el científico francés Alexander Edmund Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico: cuando la luz incide sobre ciertos elementos químicos se produce una corriente eléctrica.

Con este descubrimiento los científicos desarrollaron la celda solar hecha de silicio, ya que es uno de los materiales que tienen la propiedad de producir electricidad al ser expuesto a la luz; a este fenómeno se le conoce como "efecto fotovoltaico".

En Francia, en 1878 fue construida una maquina de vapor que funcionaba con energía solar.

Durante las dos primeras décadas del siglo pasado se construyeron diversas maquinas de vapor, algunas con el fin de bombear agua. Entre estas maquinas las hubo con capacidad de generar una potencia de hasta 50 caballos de vapor.

En 1954 los laboratorios BELL desarrollaron la primera celda solar.

La conquista del espacio por el hombre en la década de los 60's fue la razón por la cual la tecnología fotovoltaica se empezó a desarrollar industrialmente. A partir de aquí, y hasta el momento, la búsqueda de nuevos materiales que tengan un mayor rendimiento es el reto de todo científico que se dedique al estudio de las células solares.

Actualmente la generación de energía en su mayor proporción es en base al petróleo (40%), siguiendo el consumo de carbón (30%) y gas natural (20%); y luego, con pequeñas contribuciones, la hidro-electricidad (6%) y las plantas nucleares (4%) siendo despreciable la generación de energía por otros medios. Es decir los combustibles fósiles son la base de la producción de energía actualmente. Esto significa que nuestro desarrollo está basado en procesos energéticos muy poco eficientes que, aunados al uso dispendioso, pronto traerán como consecuencia el desequilibrio ambiental.

Simplemente el consumo de petróleo y carbón para generar energía produce grandes cantidades de CO<sub>2</sub> que se incorporan a nuestra atmósfera. Por ejemplo, en un solo año (1990), se sumaron cerca de 5 600'000,000 de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> a nuestra atmósfera, lo que agravó el problema asociado con el efecto invernadero. De continuarse con tales niveles de emisión de CO<sub>2</sub> se espera que para el año 2025 la temperatura media subirá aproximadamente entre 1 y 2<sup>0</sup>C lo cual será suficiente para causar verdaderas catástrofes, principalmente para la agricultura y ganadería, así como para el confort humano.

En México, al igual que en muchos países latinoamericanos, existen condiciones geográficas y sociales que hacen muy factible el uso de los sistemas fotovoltaicos, pues incluso ahora resultan más económicos que otras alternativas para diversas aplicaciones, sobretodo porque son países que están en regiones con gran insolación anual. En 1994 la entidad gubernamental mexicana, el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) de la SAGARPA adoptó el uso y promoción de las tecnologías de energía renovable en aplicaciones agropecuarias. Con estos fines se unió a los esfuerzos de Sandia National Laboratories (SNL), organismo perteneciente al Departamento de Energía de los E. U (USDOE) en la implementación de tecnologías de energía renovable en aplicaciones productivas.

En su inicio, ambas instituciones acordaron promover el uso de sistemas de bombeo de agua activados con energía solar fotovoltaica ya que representaba una alternativa conveniente para el abrevadero de animales en regiones apartadas de la red eléctrica de México. Tales proyectos de bombeo tuvieron inicio en los estados de Baja California Sur, Chihuahua, Quintana Roo, Sonora, extendiéndose después a toda la Republica Mexicana.

## IV.- METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO

### 4.1 Levantamiento de datos

Para la realización del proyecto, es indispensable la voluntad del productor interesado para atender todos los procedimientos burocráticos. Situación que se cumplió cabalmente en este ejemplo que tratamos. Por tal razón para atenderlo adecuadamente, es necesario primeramente, hacer un recorrido; acompañado por el productor; por todo el predio para identificar los recursos existentes (naturales, físicos, infraestructura, etc) observando con detenimiento las condiciones en que se encuentran cada uno de ellos, su comportamiento y distribución, haciendo finalmente un inventario de estos recursos. También se obtienen los datos concernientes a la fuente de agua para obtener la carga dinámica total del sistema.

Durante el recorrido se platicó a manera de entrevista con el productor, para conocer sus prácticas de manejo, su problemática y sus limitaciones como la económica para priorizar actividades. Queriendo saber sus inquietudes escuchando con atención sus ideas y aportaciones para que juntos propongamos las alternativas que vayan encaminadas hacia un mejor aprovechamiento de los recursos y desarrollo del predio en si.

Se le piden al productor varios documentos establecidos en las normas de operación y que requiere la institución que lo va a apoyar (en este caso la SAGARPA) y que posteriormente se integran al proyecto, mismos que servirán para su entrega en el CADER (Centro de Apoyo al Desarrollo Rural) del Distrito de Desarrollo Rural que le corresponde.

Tales documentos son:

- Solicitud de apoyo
- Carta compromiso
- Constancia de productor
- C. U. R. P. o R. F. C.
- Prueba de brucela y tuberculosis
- Concesión ante la C. N. A.
- Cotizaciones



4.2.- Datos del solicitante.

LOCALIDAD: LOMA DE SOTELOS

PREDIO: LA SOLEDAD

TENENCIA: PEQUEÑA PROPIEDAD

DOMICILIO: DOM. CONOCIDO

MUNICIPIO: UNION DE SAN ANTONIO

ESTADO: JALISCO

SUPERFICIE TOTAL: 165 Ha

SUPERFICIE BENEFICIADA: 55 Has.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL: No. II LAGOS DE MORENO

4.3 Apoyo solicitado desglosado.

Se muestran las aportaciones por parte de la SAGARPA y del productor.  
También recibirá 3,000 dólares por parte de Banco Mundial

| CONCEPTO                               | CANT  | U. DE M. | ALIANZA \$     | PRODUCTOR \$      | TOTAL \$          |
|--|-------|----------|----------------|-------------------|-------------------|
| SIST. DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA          | 1     | LOTE     | 118,080.00     | 121,946.34        | 240,026.34        |
| TANQUE ALMACENAMIENTO ( E INSTALACIÓN) | 1     | PIEZA    | 20,823.00      | 21,505.00         | 42,328.00         |
| LÍNEA DE CONDUCCIÓN                    | 0.500 | KM.      | 11,097.00      | 11,459.66         | 22,556.66         |
| <b>TOTAL</b>                           |       |          | <b>150,000</b> | <b>154,911.00</b> | <b>304,911.00</b> |

#### 4.4 Localización geográfica.

El municipio de Unión de San Antonio se encuentra ubicado en la Zona Altos Norte del Estado de Jalisco. Para llegar al sitio del proyecto se toma una carretera pavimentada hacia la población La Estación de San Pedrito, recorriendo solamente los primeros 8 km donde se encuentra la localidad de San José del Caliche, a la entrada hay una desviación hacia la izquierda recorriendo 4km de camino de terracería en condiciones regulares llegando al lugar del proyecto (Rancho La Soledad).

##### 4.4.1 Coordenadas geográficas

ALTITUD: 1900 m. s. n. m.

LATITUD NORTE: 21° 06'48"

LONGITUD OESTE: 102° 07'12"

#### 4.5 Datos agroclimáticos

##### 4.5.1 Clima.

El clima es semiseco, con otoño, invierno y primavera secos, y semicálidos, e invierno benigno. La temperatura media anual es de 18.2°C con máxima promedio de 26.3°C y mínima promedio de 10°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de junio a octubre. El promedio anual de días con heladas es de 13 y los vientos dominantes son en dirección del Oeste al Este. Las probabilidades de que se presenten granizadas son pocas pero pueden presentarse en los meses de julio y agosto

Precipitación media mensual y anual  
(milímetros)

| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY  | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT  | NOV  | DIC  | ANUAL |
|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 8.5 | 2.3 | 2.2 | 5.1 | 23.8 | 145.5 | 130.3 | 137.4 | 100.0 | 44.8 | 12.1 | 12.6 | 624.6 |

Temperatura media mensual y anual  
(grados centígrados)

| ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | ANUAL |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 16.4 | 15.3 | 17.4 | 20.0 | 21.5 | 20.7 | 20.0 | 19.3 | 19.0 | 17.7 | 16.1 | 14.5 | 18.2  |

#### 4.6. Suelo.

Los suelos corresponden a las designaciones de chesnut, chernozen y de praderas con descalcificación, de ferralitos o lateríticos de origen in-situ y coluvial, profundidad que varía de somera (0-25cm), a media (25-50cm), textura franco-arcillosa, pedregosidad de 20% y pH de 6.5 .

#### 4.7. Vegetación.

Tomando como referencia la información de COTECOCA (Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero) de la SAGARPA, el sitio de coeficiente agostadero del proyecto fue denominado Ace 186 Selva baja Caducifolia, esta comunidad vegetal se caracteriza por la poca altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10 y excepcionalmente hasta 15 mts) y por el hecho de que casi todas las especies pierden sus hojas por periodos de 5 a 7 meses del año, lo cual provoca un enorme contraste en la fisonomía de la vegetación entre la época seca y lluviosa.

Las principales especies presentes son: huizache *A.farnesiona*, palo bobo *Ipomoea intrapilosa*, nopal *Opuntia fuliginosa*, especies del genero *Bouteloua*, teniendo un coeficiente agostadero de 7.59 Ha/u.a.

## 4.8 Sistema de explotación actual

### 4.8.1 Uso del Suelo

El rancho cuenta con una superficie de 55ha de las cuales cinco las tiene sembradas con sorgo forrajero; otras cinco las tiene sembradas con maíz forrajero (cultivos de temporal) fertilizando únicamente con urea obteniendo 15 ton (ms) totales, las 45 ha. restantes las utiliza como agostadero. Cabe mencionar que el productor agosta su ganado también en otras 110 ha que se encuentran colindantes, las cuales se encuentran divididos en 5 potreros de diferente tamaño, propiedad de su familia, y que tiene autorización de trabajar. Solo pequeñas partes se encuentran sembradas con pasto Rhodes (*Chloris gayana*) y la mayor parte se tiene con pasto nativo.

### 4.8.2 Manejo.

El productor tiene todo el año a los animales sueltos en el agostadero, cabe mencionar que no se hace un uso eficiente de los potreros ya que se observa que hay sobrepastoreo teniendo con ello, tanto erosión hídrica como eólica debido a una falta de cubierta vegetal y por el constante paso de los animales. En otros sitios se observa una sub utilización los pastos.

Dentro de sus actividades, desparasita al ganado contra parásitos internos y externos, también vacuna dos veces al año gastando por estas acciones un total de \$2 400.00. En el aspecto alimenticio suministra minerales todo el año a partir de un producto comercial, no tiene un periodo de empadre definido. Utiliza los servicios de un veterinario 2 veces al año. Las razas con que cuenta son Charolais, Simmental e híbridos entre estas razas y Cebú, destetando a las crías a la edad de 5 meses.

El productor cuenta con la pruebas de brucela y tuberculosis con resultados negativos a dichas enfermedades.

Debido a que el coeficiente agostadero es de 7.59 ha/ua el productor tiene que completar la alimentación comprando rastrojo de maíz molido con grano.

Dentro de las labores agrícolas, para el control de maleza aplica el producto Galope. Aplica urea a las áreas que tiene pasto Rhodes (*Chloris gayana*) en la época de lluvias.

#### 4.8.3. Inventario Ganadero

| DESCRIPCIÓN  | NUM       | RAZA                        |
|--------------|-----------|-----------------------------|
| VACAS        | 19        | HÍBRIDOS                    |
| VAQUILLAS    | 8         | HÍBRIDOS                    |
| NOVILLONAS   | 2         | HÍBRIDOS                    |
| BECERRAS     | 7         | HÍBRIDOS                    |
| BECERROS     | 17        | HÍBRIDOS                    |
| NOVILLOS     | 2         | CHAROLAIS                   |
| SEMENTALES   | 3         | 2 CHAROLAIS,<br>1 SIMMENTAL |
| <b>TOTAL</b> | <b>58</b> |                             |

#### 4.8.4 Materia seca (ms) disponible en el rancho.

Una unidad animal consume 13.5kg de ms al día, razón por la cual al año estaría consumiendo en números redondeados 5ton/ms, si tenemos 40 unidades animal necesitaríamos un total de 200 Ton/ms al año.

| SITUACION  | TON MS      |            | U. A  |
|------------|-------------|------------|-------|
|            | DISPONIBLES | AGOSTADERO |       |
| CULTIVOS   |             | 15         |       |
| TOTAL      |             | 117.1      |       |
| REQUERIDAS | 200         |            | 40    |
| DÉFICIT    | 82.9        |            | 16.58 |

#### 4.8.5. Equipos e Implementos

No cuenta con ningún tipo de maquinaria y equipo.

#### 4.8.6. Instalaciones

Cuenta con 2 cuartos que los utiliza como bodega, tiene un corral rustico de manejo hecho de piedra y madera que cuenta con embarcadero, embudo, prensa, baño garrapaticida, además con tejaban, un bebedero con flotador, un comedero de material y otro de lamina, así como de un silo, con una capacidad de 40 ton. Se tiene también un tanque de almacenamiento el cual lo tiene ademado y que se encuentra en la parte baja con capacidad de 1,263.5m<sup>3</sup>. También cuenta con dos bordos en el área de agostadero. El predio cuenta además con un pozo de 200mts de profundidad del cual se extraerá el agua para su aprovechamiento.

#### 4.9. Tecnología propuesta

El propósito de este proyecto es mejorar las condiciones de manejo de los recursos disponibles con el mejoramiento de algunas actividades, obras nuevas, mejoramiento de practicas agrícolas. Se sugiere vender 2 sementales, ya que estos le están causando altos costos de manutención además con un semental es necesario para cubrir al numero de hembras que tiene, ya que observa que con los 3 sementales existe competencia por las hembras, y mientras tanto se les pasa el periodo de cubrición de las mismas, con la eliminación de estos tendríamos más altos porcentajes de cubrición y aligeraríamos la carga animal y sus costos respectivos. La distribución del agua del pozo, será de la siguiente manera. A la salida del pozo abra una T en la que de un extremo llevará el agua a un tanque de almacenamiento a 125mts. Cuando este lleno se cerrará este paso y por medio del otro extremo de la T el agua será desviada al tanque que ya tiene; se encuentra en la parte baja (ademado) el cual la distribuye al bebedero que tiene flotador, con los excedentes de agua, se utilizarán para regar el área que solamente utiliza únicamente en época de lluvias sembrando las 10 ha de maíz con una variedad adaptada a la zona y con un paquete tecnológico adecuado, con el propósito de producir más forraje que le pueda ajustar la cantidad de alimento requerida por el hato al 5<sup>to</sup> año. (se anexa proyección)

Basándonos en datos del INIFAP aportados por su Campo Experimental Altos de Jalisco se propone lo siguiente:

|   |
|---|
| <p><b>Época de siembra:</b><br/>La época adecuada para sembrar es desde el mes de abril hasta mayo dependiendo del agua disponible para dar uno o dos riegos antes de que empiece el temporal de lluvias.</p>   |
| <p>Las variedades e híbridos que mejor comportamiento han mostrado en esta región:<br/>H-311 ciclo Intermedio<br/>H-358 Ciclo Intermedio<br/>H-359 Ciclo Intermedio<br/>HV-313 Ciclo Precoz</p>   |
| <p><b>Fertilización:</b><br/>Conviene utilizar la formula de fertilización 180-46-00 aplicado en dos partes:<br/>Una parte en la siembra, si se cuenta con sembradora fertilizadora, o bien inmediatamente después de la germinación y la segunda parte a los 45 o 50 días.</p> <p>Para lograr esta formulación se pueden utilizar las dos alternativas siguientes:<br/>100 kg. de formula 18-46-00 + 200 kg. de nitrato de amonio en la siembra y 200 Kg. de urea a los 45 días.<br/>b) 250 kg. de nitrato de amonio + 100 kg. de superfosfato de calcio triple en la siembra y 200 kg. de urea a los 45 días.</p> |

Es recomendable la siembra de cultivos de ciclo otoño- invierno en el área que se sembró maíz con la finalidad de obtener 2 cosechas y tener mas alimento para el ganado. Este cultivo también se regará ya que se considera que existirá suficiente agua almacenada. Se considera que hay suficiente agua debido a que todas las fuentes de almacenamiento de agua se encuentran a su máxima capacidad ya que hubo buen temporal y esto significo que entraran escurrimientos a estos vasos de agua.

Un cultivo que se puede sembrar es la avena forrajera debido a que esta zona reúne las características agroclimáticas que requiere.

En lo concerniente a las actividades pecuarias, se sugiere reforzar las labores sanitarias en el ganado, principalmente contra parásitos internos y externos, se recomienda desparasitar internamente las vacas cada 4 meses y los becerros(as) cada 2 meses, sería conveniente realizar un diagnóstico de coprocultivos, para detectar los parásitos existentes.

Diseñar un programa de empadre de 45 días al inicio del manejo, previo acondicionamiento sanitario y físico del hato y en especial del toro, para favorecer la parición durante la época de mayor disponibilidad de forraje.

Las vaquillas deben ser cargadas a la edad de 15-18 meses con un peso promedio de 420- 440 kgs. para obtener un mayor número de becerros por vida productiva de cada vaca.

Cambiar al semental cada 3 años.

Es conveniente desechar todo animal improductivo ya que este estará generando costos innecesarios.

Establecer un sistema de rotación de los potreros con un tiempo de pastoreo, determinado en el cual el consumo no exceda el 60% de la planta o dependiendo del estado de las mismas en relación con la cobertura. No utilizar la pradera al inicio de los rebrotes ya que esto desfavorecerá su crecimiento.

Controlar plantas indeseables en la zona de agostadero. Hay que tener cuidado para no causar disturbio y sólo enfocarse al control de los rebrotes, es recomendable hacerlo por método cultural, machete, etc, ya que el productor menciona que tiene problemas de maleza solo en manchones.

Es necesario programar los descansos de los potreros, permitiendo su recuperación y que asemille por lo menos cada dos o cuatro años. Con ello se logrará no dejar el suelo desnudo ya que esto seguirá favoreciendo a la erosión.

Se propone también la implementación de 5 has de pasto Buffel (*Centrus ciliaris*). Este pasto es inmejorable para regenerar suelos agotados, incluyendo aquellos que contienen arenas sueltas profundas y aún los llamados suelos pesados, debido a la gran cantidad de raíces que emite y a la apreciable profundidad a que las manda, es excelente para el control de la erosión y es a la vez un poderoso reconstructor de suelos. Este pasto es recomendable para zonas áridas, semi-áridas, con precipitaciones que fluctúan entre 250 y 1,150mm anuales. Una característica muy importante de este pasto, es la resistencia que ofrece a las sequías prolongadas en relación con otros pastos, ya que necesita como mínimo 250mm. Se propaga por semilla a razón de 7-10 kg/ha, una vez establecida la pradera lo cual se consigue a los 120 días puede efectuarse el primer pastoreo, es recomendable introducir los animales en la pradera antes de la floración de las plantas, porque los tallos se lignifican produciendo un pasto de baja calidad, debe pastorearse bajo rotación y con frecuencia, para evitar el desarrollo de pasto duro y poco apetitoso. En condiciones de temporal el tiempo de recuperación es de los 28- 32 días.



Preparación del terreno: Requiere como cualquier otra planta, una buena cama de siembra, con las labores tradicionales de subsoleo, barbecho, rastreo, y una rastra de ramas para tapar la semilla. Para suelos de difícil labranza, puede efectuarse una rudimentaria preparación a base de uno o dos rastreos.

La siembra de este pasto debe permanecer libre de malezas los primeros 40 a 50 días con deshierbes manuales, mecánicos o con aplicación de agroquímicos específicos. La invasión de hierbas durante la emergencia retarda el establecimiento del pasto en el primer año.

El pasto debe fertilizarse durante la emergencia con la formula 50-30-00, después de la aplicación de un herbicida para aumentar el poder de competencia. En la pradera, después de cada pastoreo, se deben aplicar de 20 a 30 kg/ha de nitrógeno y de 30 kg/ha de fósforo. En praderas de riego, la fertilización nitrogenada por pastoreo es de 40 a 50 kg/ha, además de la aplicación anual de 80 kg/ha de fósforo usando las fuentes cotidianas.

Con la siembra de este pasto obtendríamos 8 ton ms/ha sumando 40 ton ms suficiente para alimentar a 8 u.a. al año.

#### LA CAPACIDAD DE ALIMENTACIÓN POR EL RANCHO:

| USO DEL SUELO  | SUPERFICIE HAS. | CAP. DE CARGA RANCHO U. A. |
|----------------|-----------------|----------------------------|
| Agostadero     | 150             | 19.76                      |
| Pasto buffel   | 5               | 8                          |
| *Cultivo Maiz  | 10              | 24                         |
| *Cultivo Avena | 10              | 16                         |
|                | TOTAL 165       | 67.76                      |

\*superficie no se suma debido a que es la misma área y se siembran en ciclos diferentes.

#### 4.9.1 Calculo de la necesidad de agua para el ganado

Tomando como referencia la temperatura media del sitio del proyecto podemos estimar que una unidad animal consume 5.5 litros de agua por kg de materia seca, si una unidad animal consume 13.5 kg de materia seca al día, entonces el consumo de agua es de  $13.5 \times 5.5 = 74.25$  litros/ unidad animal al día aproximadamente.

Para saber la cantidad de litros necesarios para abastecer a nuestro hato multiplicaríamos  $13.5 \times 5.5 \times 63.6$  U. A proyectadas al 5<sup>to</sup> año =4,722.

El sistema tiene la capacidad para bombear 10,500 lts/día entonces tendríamos mayor cantidad de agua para el consumo animal y tener reservas para regar los cultivos señalados.

#### 4.9.2 Bombeo de agua con energía solar fotovoltaica

El bombeo de agua en pequeña escala es una aplicación de mucha trascendencia en el mundo, tiene especial impacto en comunidades rurales donde no hay suministro de energía eléctrica convencional. Los sistemas de bombeo fotovoltaicos se caracterizan por ser de alta confiabilidad, larga durabilidad y mínimo mantenimiento, lo cual se traduce en un menor costo a largo plazo si se le compara con otras alternativas. Además no requiere el empleo de un operador y tienen un bajo impacto ambiental (no contaminan el aire o el agua y no producen ruido).

Otra ventaja es que los sistemas son modulares, de manera que pueden optimizarse para satisfacer la necesidades específicas del usuario.

| Ventajas y Desventajas del Bombeo Solar   |   |
|---|---|
| Ventajas  | Desventajas   |
| No consume combustible  | Inversión inicial relativamente alta                                  |
| Larga vida útil (de 20-25 años)   | Acceso a servicio técnico limitado                                    |
| Impacto ambiental mínimo  | Producción de agua variable dependiendo de condiciones meteorológicas |
| Bajos costos de operación y mantenimiento   |   |
| El sistema se enciende por sí mismo al salir el sol y se apaga al atardecer, permitiendo al productor disponer de mayor tiempo para la realización de otras tareas dentro del rancho. |   |

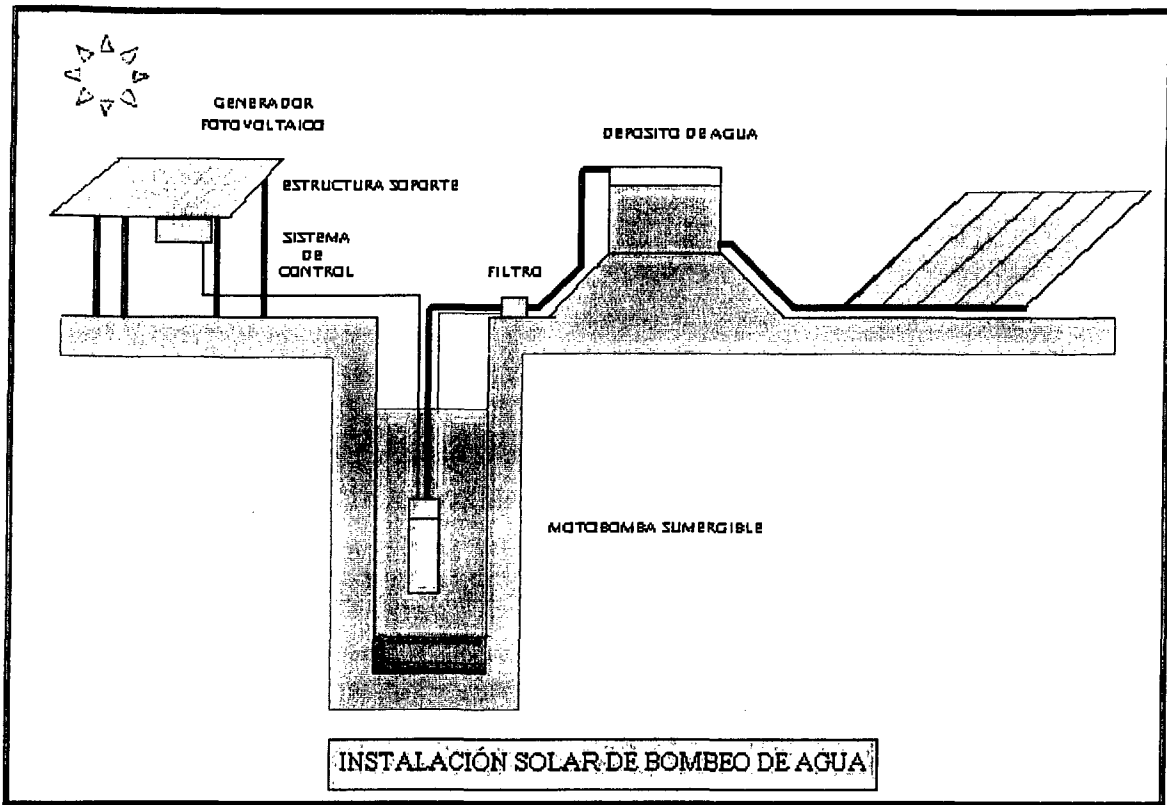


Figura.3 Sistema Fotovoltaico

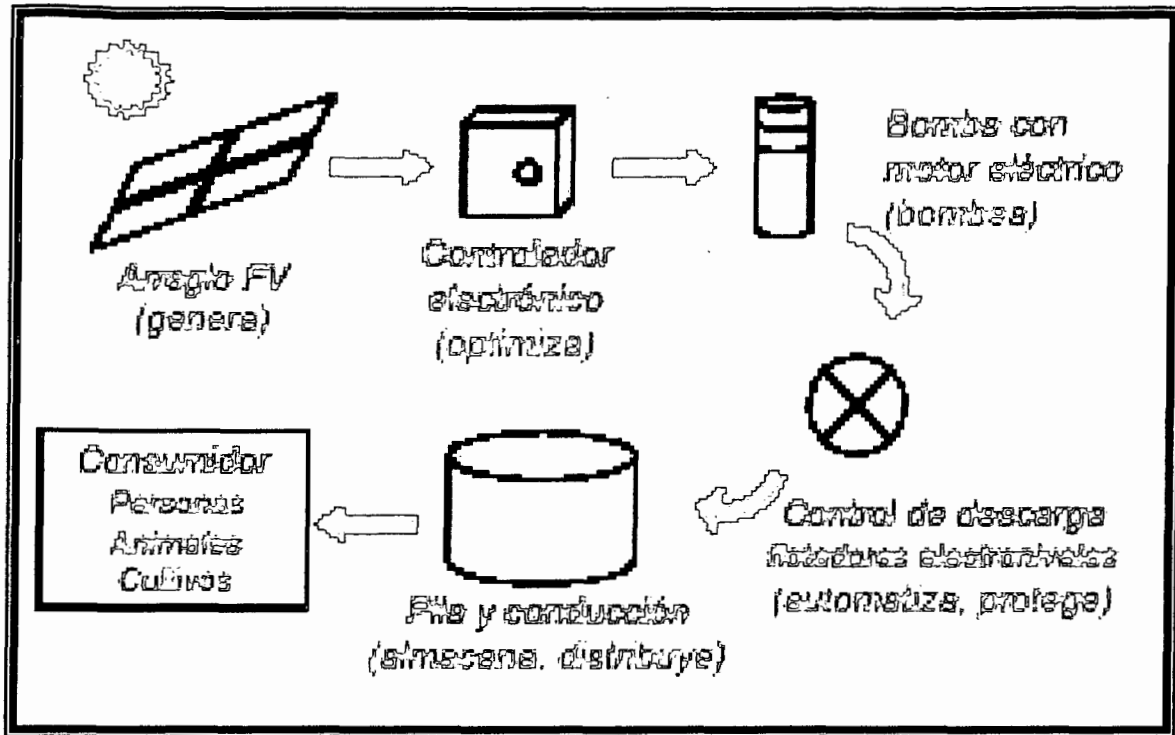


Figura.4 Componentes y operación de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua

En bombeo de agua el generador solar se conecta directamente a la bomba. En este caso no se utilizan baterías. La cantidad de agua bombeada es proporcional al nivel de insolación y el tanque de agua actúa como acumulador.

### 4.9.3 Análisis técnico-económico

| SIN PROYECTO   | CON PROYECTO   |
|--|--|
| <b>EGRESOS</b><br><b>Mano de obra</b><br>N.- Empleados 2<br>Salario semanal \$450<br>450/ 7 días \$64.2<br>64.2 X 365=\$23,433<br>\$23,433 X 2 empleados = <b>\$46,866</b>         | <b>EGRESOS</b><br><b>Mano de obra</b><br>N.- Empleados 2<br>Salario semanal \$450<br>450/ 7 días \$64.2<br>64.2 X 365=\$23,433<br>\$23,433 X 2 empleados = <b>\$46,866</b>   |
| <b>Medicinas y Vacunas: \$2,400</b><br><b>Servicios Veterinarios</b><br>Visitas al año 2:<br>\$350.00 X 2 = <b>\$700</b>   | <b>Medicinas y Vacunas</b><br>\$4,600<br><b>Servicios veterinarios</b><br><b>\$1,100</b>   |
| <b>Establecimiento de Cultivos</b><br>Rastreo \$250 X 10 has=\$2,500<br>Semilla \$600 X 10 has = \$6,000<br>Siembra \$250 X10= \$2500<br>Fertilización \$4,000<br><b>\$ 15,000</b> | <b>Establecimiento de cultivos</b><br><b>Maiz</b><br>Rastreo \$250 X 10 has=\$2,500<br>Semilla \$600 X 10 has = \$6,000<br>Siembra \$250 X10= \$2500<br>Fertilización \$6,000<br><b>\$17,000</b><br><b>Avena</b><br>Rastreo \$250 X 10 has = \$2,500<br>Semilla \$630 X10 has = \$ 6,300<br>Fertilización \$4,000<br><b>\$12,800</b> |
| <b>Compra de alimento: \$20,000</b>  |  |
| <b>Mantenimiento del Agostadero</b><br><b>\$ 4,650</b>   | <b>Establecimiento y mantenimiento Pradera 5 has buffel</b><br>Rastreo \$250 X 5 = \$1,250<br>Semilla \$880 X 5= \$4,000<br>Fertilización \$ 3,000<br>Mantenimiento \$2,000<br>\$10,250 /5 años (**)<br><b>\$2050</b>  |
|  | <b>Equipo de Energía Fotovoltaica y Tanque de Almacenamiento</b><br><b>Inversión anual \$12,196.44(*)</b>  |
| <b>Gastos Diversos</b><br>\$200 X mes<br>200X 12= <b>2,400</b>   | <b>Gastos diversos</b><br>\$ 200Xmes<br>\$200X 12 = <b>2,400</b>   |
| <b>TOTAL \$92,016</b>  | <b>TOTAL \$99,012.44</b>   |

| INGRESOS   |   |
|--|---|
| Por venta de ganado:<br>Becerros \$52,350<br>Vacas \$14,400<br>Vaquillas \$17,500<br><b>TOTAL \$84,250</b> | Por venta de ganado:<br>Vacas \$32,400<br>Vaquillas \$9,009<br>Novillos \$ 63,840<br><b>\$ 105, 249</b><br>Por venta de forraje excedente ( ***)<br>\$30,000<br><b>TOTAL \$ 135,249</b> |
| <b>RELACION B/C =.91</b>   | <b>RELACION B/C = 1.36</b>  |

(\*) Amortización del sistema fotovoltaico 25 años

\$304,911/25 = \$12,196.44

(\*\*) Amortización 5 años \$10,250/ 5 años = \$2,050

(\*\*\*) Hay un excedente de forraje debido a:

| USO DEL SUELO | TON M.S | U.A   |
|---------------|---------|-------|
| Agostadero    | 98.8    | 19.76 |
| Pasto buffel  | 40      | 8     |
| Cultivo Maíz  | 120     | 24    |
| Cultivo Avena | 90      | 18    |
|               | 348.8   | 69.76 |

Con 348.8 ton de Materia Seca son necesarias para alimentar a 69.76 U. A .  
 Al quinto año tendremos 63.6 U. A que requerirán de 318 ton de M. S .  
 Por lo que tenemos un excedente de 30.8 ton. que el productor pondrá a su venta al precio de la región que es de \$1,000 ton.

#### 4.10 Hidráulica del sistema de bombeo

Para determinar el tamaño de un sistema de bombeo de agua, es necesario entender los siguientes conceptos

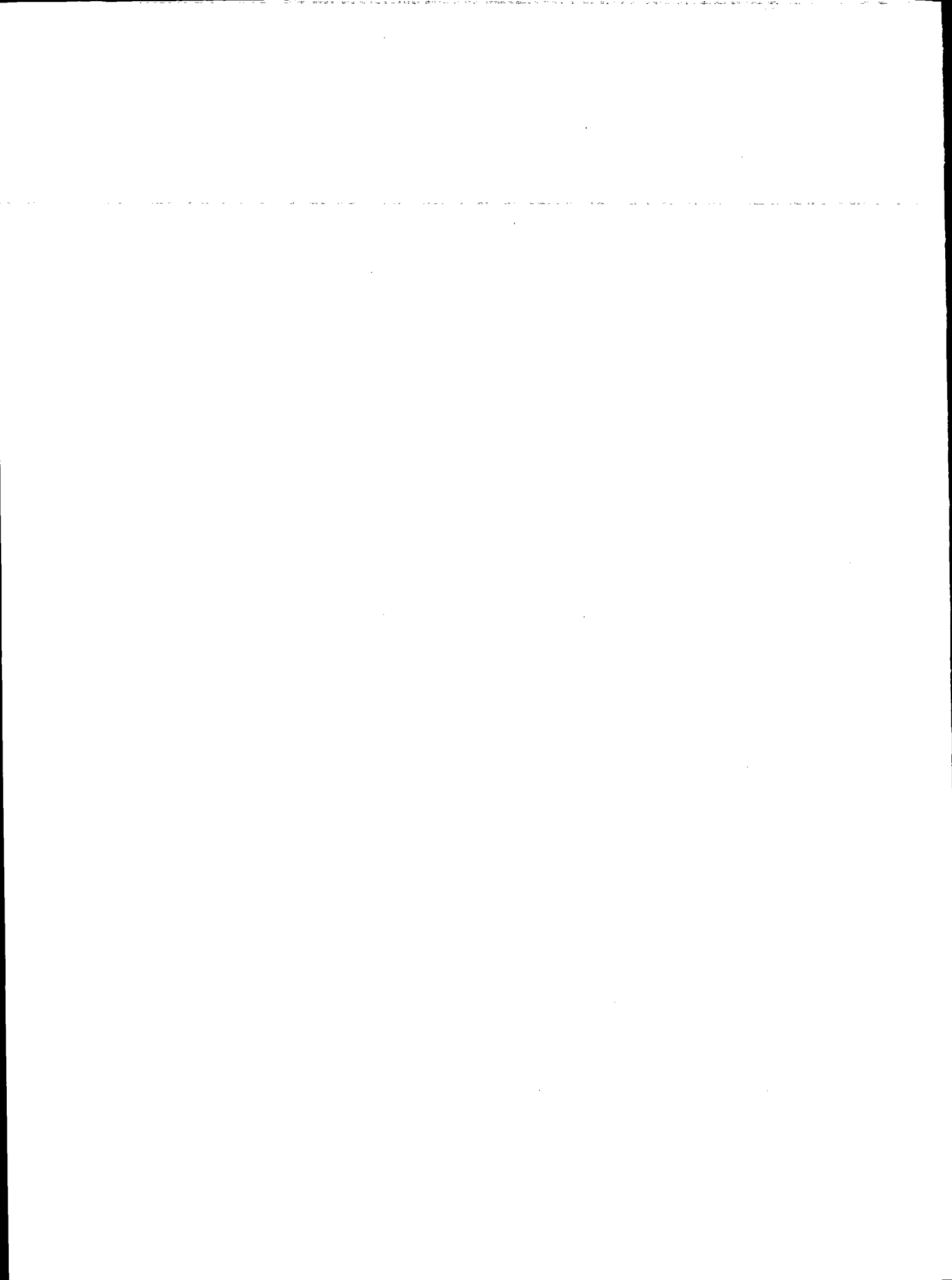
El tamaño de un sistema está en relación directa con el producto de la Carga Dinámica Total (CDT) y el volumen diario. Este producto se conoce como ciclo hidráulico, la carga dinámica total es la suma de la carga estática (CE) y la carga dinámica (CD).

#### Carga Estática

La primera parte, la carga estática, puede obtenerse con mediciones directas. Se trata de la distancia vertical que el agua se desplaza desde el nivel de abatimiento del pozo hasta la altura en que se descarga el agua. La carga estática es entonces la suma del abatimiento, el nivel estático y la altura de descarga. Todos los pozos experimentan el fenómeno de abatimiento cuando se bombea agua. Es la distancia que baja el nivel del agua debido a la constante extracción de agua.

#### Carga Dinámica

La carga dinámica, es el incremento en la presión causado por la resistencia al flujo al agua debido a la rugosidad de las tuberías y componentes como codos y válvulas, esta rugosidad depende del material usado en la fabricación de las tuberías. Los tubos de acero producen una fricción diferente a la de los tubos de plástico PVC de similar tamaño. Además, el diámetro de los tubos influye en la fricción. Mientras más estrechos, mayor resistencia producida.



## Métodos de Cálculo

### \*valor por omisión

La carga dinámica es aproximadamente el 2% de la distancia de recorrido del agua. Por lo general el resultado es una estimación conservadora si se asume que los sistemas de bombeo solar típicos tienen flujos de menos de 1lt/s y las bombas recomendadas se conectan a tuberías de diámetro amplio.

### \* Tablas de fricción

Existen tablas publicadas por fabricantes que indican el porcentaje de fricción que debe añadirse en base al caudal, diámetro, y material de las tuberías.

| Proyecto de Energía Renovable para la Agricultura |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| Datos de la fuente de Agua                        |                                |   |
| MUNICIPIO   | Localidad                      |   |
| Unión de San Antonio, Jalisco                     | Loma de Sotelo                 |   |
| Fuente de Abastecimiento                          | Nombre del Predio              |   |
|   | Rancho la Soledad              |   |
|   | Pozo Profundo (Ademado en 12") |   |
| Nivel estático                                    | 110.00                         | m |
| Abatimiento                                       | 80.00                          | m |
| Altura de descarga (desnivel topográfico)         | 5.30                           | m |
| Distancia del espejo de agua al deposito          | 125.00                         | m |
| Profundidad total de la fuente de abastecimiento  | 200.00                         | m |

La carga estática se calcula con la adición de las distancias:

$$CE = \text{Nivel estático} + \text{Abatimiento} + \text{Altura de la descarga}$$

$$CE = 110 + 80 + 5.30 = 195.3 \text{ mts}$$

Calculo de la Carga Dinámica: por el método por omisión.

$$2\% \text{ de } L \text{ es: } CD = 0.02 \times L$$

$$0.02 \times (110 + 80 + 5.3 + 125) = 0.02 \times 320.3 = 6.406$$

La Carga Dinámica Total es de:

$$CDT = CE + CD$$

$$CDT = 195.3 + 6.406 = 201.706 \text{ mts}$$

Con estos datos la empresa contratada por el productor, instalara el sistema fotovoltaico determinando el modelo y numero de paneles.



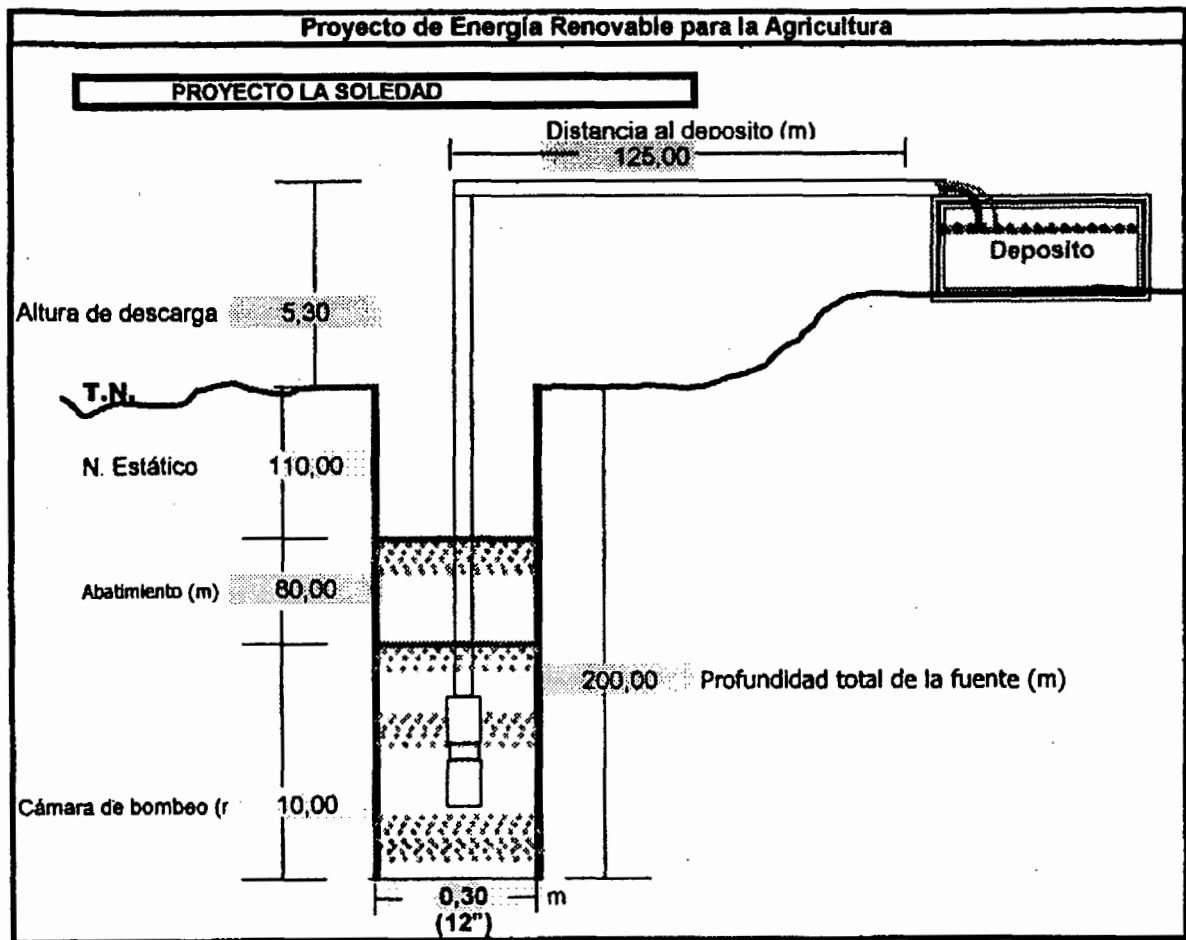


Figura. 5 Datos de la fuente de agua para el bombeo.

#### 4.10.1 Equipo de bombeo compatible con sistemas fotovoltaicos

Las bombas comunes disponibles en el mercado han sido desarrolladas pensando en que hay una fuente de potencia que producen los módulos fotovoltaicos es directamente proporcional a la disponibilidad de la radiación solar. Es decir, a medida que el sol cambia su posición durante el día y al variar la disponibilidad de potencia también cambia la disponibilidad de potencia para la bomba. Por esta razón se han creado algunas bombas especiales para la electricidad fotovoltaica las cuales se dividen desde el punto de vista mecánico en centrífugas y volumétricas.

## Bombas Centrífugas.

Tienen un impulsor que por medio de la fuerza centrífuga de su alta velocidad arrastran agua por su eje y la expulsan radialmente. Por lo general estas bombas se usan para succionar a profundidades no mayores de 6 metros, pero son capaces de bombear el agua a 40 metros o más, dependiendo del número y tipo de impulsores. Están optimizadas para un rango estrecho de cargas dinámicas totales y la salida del agua se incrementa con su velocidad rotacional.

Las bombas de succión superficial se instalan a nivel del suelo y tienen la ventaja de que se les puede inspeccionar y dar servicio fácilmente. Pero tienen la limitante de que no trabajan adecuadamente si la profundidad de succión excede los 6 metros. Algunas de estas bombas tienen el motor acoplado directamente a los impulsores y se sumergen completamente. Otras, tienen el motor en la superficie mientras que los impulsores se encuentran completamente sumergidos y unidos por una flecha. Generalmente las bombas centrífugas sumergibles tienen varios impulsores y por ello, se les conoce como bombas de paso múltiple.

Todas las bombas sumergibles están selladas y tienen el aceite de lubricación contenido para evitar contaminación del agua. Otras bombas utilizan el agua misma como lubricante. Estas bombas no deben operarse en seco porque sufren sobrecalentamiento.

## Bombas Volumétricas.

Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo son adecuadas para el bombeo de bajos caudales y/o donde la profundidad es alta. Algunas de estas bombas usan un pistón para mover paquetes de agua a través de una cámara sellada. Cada ciclo mueve hacia arriba una pequeña cantidad de líquido. El caudal es prácticamente independiente de la carga dinámica total, pero es proporcional al volumen de agua. Esto se traduce a un funcionamiento eficiente en un amplio intervalo de cargas dinámicas. Cuando la radiación solar aumenta también aumenta la velocidad del motor y por lo tanto el flujo de agua bombeada es mayor. Las bombas volumétricas utilizadas más comúnmente en aplicaciones fotovoltaicas son las de cilindro y las de diafragma.

## Bombas de Cilindro.

Las bombas de cilindro han sido muy populares en aplicaciones de bombeo mecánico activadas por el viento, la tracción animal o humana. Su principio consiste en que cada vez que el pistón baja, el agua del pozo entra a su cavidad y cuando éste sube, empuja el agua a la superficie. La energía eléctrica requerida para hacerla funcionar se aplica sólo durante una parte del ciclo de bombeo. Las bombas de esta categoría deben estar siempre conectadas a un controlador de corriente para aprovechar la máximo la potencia otorgada por el arreglo fotovoltaico.

## Bombas de Diafragma.

Las bombas de diafragma desplazan el agua por medio de diafragmas de un material flexible y resistente. Comúnmente los diafragmas se fabrican de caucho reforzado con materiales sintéticos. En la actualidad, estos materiales son muy resistentes y pueden durar de dos a tres años de funcionamiento continuo antes de requerir reemplazo, dependiendo de la calidad del agua. Los fabricantes de estas bombas producen un juego de diafragmas para reemplazo que pueden adquirirse a un precio razonable. Existen modelos sumergibles y no sumergibles.

Las bombas de diafragma son económicas. Cuando se instala una bomba de este tipo siempre se debe considerar el gasto que representa el reemplazo de los diafragmas una vez cada dos o tres años. Más aún, muchas de estas bombas tienen un motor de corriente continua con escobillas. Las escobillas deben cambiarse periódicamente. Los juegos de reemplazo incluyen los diafragmas, escobillas, empaques, y sellos.

### 4.10.2 Selección de la bomba.

Las bombas centrífugas y volumétricas ofrecen diferentes alternativas para diferentes rangos de aplicación. El proceso de selección de la bomba para un proyecto es de suma importancia. Todas las bombas tienen que usar la energía eficientemente ya que en un sistema fotovoltaico, la energía cuesta dinero. Este proceso de selección de la bomba se complica debido a la multitud de marcas y características de cada bomba. Un solo fabricante puede ofrecer más de 20 modelos de bombas y cada una tiene un rango óptimo de operación.

Las bombas más eficientes son las de desplazamiento positivo de pistón. Por ejemplo, una bomba de palanca puede llegar a tener una eficiencia de más de 40%, mientras que una bomba centrífuga puede tener una eficiencia tan baja como 15%. La siguiente gráfica indica el tipo de bomba adecuada que se recomienda en general según la carga dinámica total del sistema de bombeo.

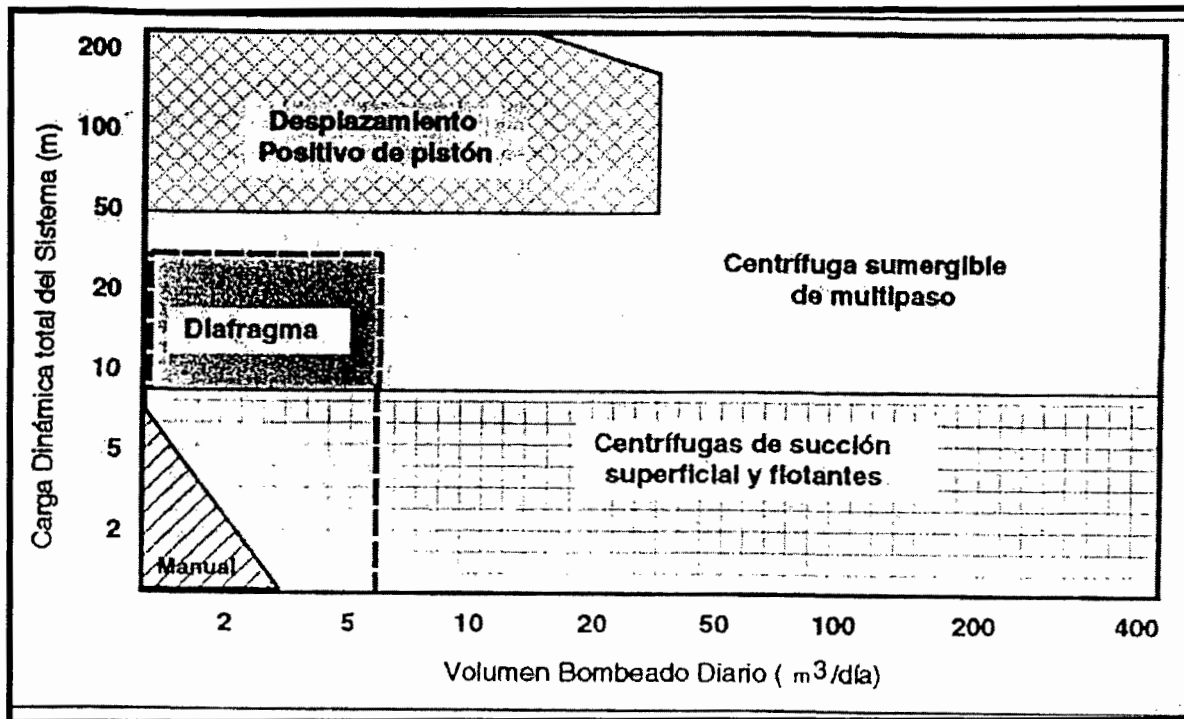


Figura. 6 Intervalos comunes donde se aplica los diferentes tipos de bombas solares.

#### 4.11 Mantenimiento del sistema

El mantenimiento requerido por un sistema FV de bombeo es mínimo.

Para realizar cualquier tipo de mantenimiento, es necesario seguir cuidadosamente los procedimientos recomendados por el vendedor o el fabricante del equipo. Parte del trabajo de mantenimiento lo puede hacer el propietario u operador del sistema. Sin embargo, algunas acciones requieren personal y equipo especializado, tales como detección de fallas eléctricas en el controlador, arreglo y bomba. Bajo ninguna circunstancia el propietario deberá realizar este tipo de mantenimiento sin asistencia profesional. Es necesario que el vendedor y el propietario definan claramente las responsabilidades y términos de mantenimiento del sistema.

El manual de operación debe incluir solamente aquellas acciones de mantenimiento que el propietario puede realizar sin poner en peligro su seguridad y la integridad del sistema.

Mantenimiento rutinario.

\*Mantenga el arreglo fotovoltaico libre de sombra: Cuando note que arbustos o árboles dan sombra al arreglo, es indispensable cortarlos para no disminuir el bombeo de agua deseado.

\*Mantenga el sistema de distribución de agua libre de obstrucciones y fugas: el sistema de distribución de agua se debe proteger de daños mecánicos por exposición a la intemperie. Cualquier daño en las líneas de conducción debe repararse inmediatamente.

\*Mantenga la fuente de agua en buenas condiciones: Algunos pozos tienden a cubrirse de polvo después de cierto tiempo, o como consecuencia de lluvias fuertes. Lo mismo puede suceder con tomas de agua superficiales, esto puede ocasionar la entrada de partículas de arena en la bomba y reducir su vida útil, de la misma manera, cantidades excesivas de materia vegetal y otros objetos pueden obstruir la entrada de agua a la bomba y reducir el rendimiento del sistema. Si se sospecha que la bomba está obstruida o dañada, el operador debe apagar el sistema inmediatamente.

La extracción, inspección y reparación de la bomba se debe hacer por personal especializado. También, hay que evitar el crecimiento de algas dentro del pozo.

\*Medir periódicamente la producción de agua del sistema: Una reducción significativa en la producción de agua es una señal de posibles problemas de obstrucción o desgaste de la bomba, deterioro de las líneas de conducción o problemas en el sistema eléctrico. Es importante que el operador lleve un registro de la producción de agua tomando semanalmente lecturas del medidor de flujo. También se puede realizar periódicamente una prueba de bombeo cerca de un día soleado para determinar si la producción del sistema en litros por segundo se ajusta al rendimiento deseado.

\*Inspeccione el sistema periódicamente: Inspecciones visuales pueden revelar deterioro de partes del sistema que pueden corregirse antes de que ocurran daños mayores. Algunos problemas comunes son conductores flojos o con aislantes deteriorados, corrosión e integridad de las estructuras de montaje, invasión de insectos en las cajas del sistema, ruidos anormales de la bomba y corrosión del sistema de aterrizado. Si se sospecha que hay problemas en el sistema, es recomendable apagarlo y llamar al vendedor o personal calificado.

\*Tomar medidas de precaución en preparación para condiciones climáticas extremas como huracanes e inundaciones. El montaje del arreglo debe estar bien hecho contra vientos fuertes.

#### 4.12.- Otra fuente de energía no contaminante.

La energía eólica es la energía producida por el viento. La primera utilización de la capacidad energética del viento la constituye la navegación a vela. En ella, la fuerza del viento se utiliza para impulsar un barco. Barcos con velas aparecían ya en los grabados egipcios más antiguos (3000 a.C.). Los egipcios, los fenicios y más tarde los romanos tenían que utilizar también los remos para contrarrestar una característica esencial de la energía eólica, su discontinuidad. Efectivamente, el viento cambia de intensidad y de dirección de manera impredecible, por lo que había que utilizar los remos en los periodos de calma o cuando no soplaba en la dirección deseada. Hoy, en los parques eólicos, se utilizan los acumuladores para producir electricidad durante un tiempo, cuando el viento no sopla.

Otra característica de la energía producida por el viento es su infinita disponibilidad en función lineal a la superficie expuesta a su incidencia. En los barcos, a mayor superficie vélica mayor velocidad.

En los parques eólicos, cuantos más molinos haya, más potencia en bornes de la central. En los veleros, el aumento de superficie vélica tiene limitaciones mecánicas (se rompe el mástil o vuelca el barco). En los parques eólicos las únicas limitaciones al aumento del número de molinos son las urbanísticas

Molino es una máquina que transforma el viento en energía aprovechable. Esta energía proviene de la acción de la fuerza del viento sobre unas aspas oblicuas unidas a un eje común. El eje giratorio puede conectarse a varios tipos de maquinaria para moler grano, bombear agua o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una carga, como una bomba, recibe el nombre de molino de viento. Si se usa para producir electricidad se le denomina generador de turbina de viento.

Los molinos movidos por el viento tienen un origen remoto. En el siglo VII d.C. ya se utilizaban molinos elementales en Persia (hoy, Irán) para el riego y moler el grano. En estos primeros molinos la rueda que sujetaba las aspas era horizontal y estaba soportada sobre un eje vertical. Estas máquinas no resultaban demasiado eficaces, pero aún así se extendieron por China y el Oriente Próximo.

En Europa los primeros molinos aparecieron en el siglo XII en Francia e Inglaterra y se distribuyeron por el continente. Eran unas estructuras de madera, conocidas como torres de molino, que se hacían girar a mano alrededor de un poste central para levantar sus aspas al viento.

El molino de torre se desarrolló en Francia a lo largo del siglo XIV. Consistía en una torre de piedra coronada por una estructura rotativa de madera que soportaba el eje del molino y la maquinaria superior del mismo.

Estos primeros ejemplares tenían una serie de características comunes. De la parte superior del molino sobresalía un eje horizontal. De este eje partían de cuatro a ocho aspas, con una longitud entre 3 y 9 metros. Las vigas de madera se cubrían con telas o planchas de madera. La energía generada por el giro del eje se transmitía, a través de un sistema de engranajes, a la maquinaria del molino emplazada en la base de la estructura.

Además de emplearse para el riego y moler el grano, los molinos construidos entre los siglos XV y XIX tenían otras aplicaciones, como el bombeo de agua en tierras bajo el nivel del mar, aserradores de madera, fábricas de papel, prensado de semillas para producir aceite, así como para triturar todo tipo de materiales. En el siglo XIX se llegaron a construir unos 9.000 molinos en Holanda.

El avance más importante fue la introducción del abanico de aspas, inventado en 1745, que giraba impulsado por el viento. En 1772 se introdujo el aspa con resortes. Este tipo de aspa consiste en unas cerraduras de madera que se controlan de forma manual o automática, a fin de mantener una velocidad de giro constante en caso de vientos variables. Otros avances importantes han sido los frenos hidráulicos para detener el movimiento de las aspas y la utilización de aspas aerodinámicas en forma de hélice, que incrementan el rendimiento de los molinos con vientos débiles.

El uso de las turbinas de viento para generar electricidad comenzó en Dinamarca a finales del siglo pasado y se ha extendido por todo el mundo. Los molinos para el bombeo de agua se emplearon a gran escala durante el asentamiento en las regiones áridas del oeste de Estados Unidos. Pequeñas turbinas de viento generadoras de electricidad abastecían a numerosas comunidades rurales hasta la década de los años treinta, cuando en Estados Unidos se extendieron las redes eléctricas. También se construyeron grandes turbinas de viento en esta época.

Las modernas turbinas de viento se mueven por dos procedimientos: el arrastre, en el que el viento empuja las aspas, y la elevación, en el que las aspas se mueven de un modo parecido a las alas de un avión a través de una corriente de aire. Las turbinas que funcionan por elevación giran a más velocidad y son, por su diseño, más eficaces. Las turbinas de viento pueden clasificarse en turbinas de eje horizontal, en las que los ejes principales están paralelos al suelo y turbinas de eje vertical, con los ejes perpendiculares al suelo. Las turbinas de ejes horizontales utilizadas para generar electricidad tienen de una a tres aspas, mientras que las empleadas para bombeo pueden tener muchas más. Entre las máquinas de eje vertical más usuales destacan las Savonius, cuyo nombre proviene de sus diseñadores, y que se emplean sobre todo para bombeo; y las Darrieus, una máquina de alta velocidad que se asemeja a una batidora de huevos.

Una bombeadora de agua es un molino con un elevado momento de torsión y de baja velocidad, frecuente en las regiones rurales de Estados Unidos. Las bombeadoras de agua se emplean sobre todo para drenar agua del subsuelo. Estas máquinas se valen de una pieza rotatoria, cuyo diámetro suele oscilar entre 2 y 5 m, con varias aspas oblicuas que parten de un eje horizontal. La pieza rotatoria se instala sobre una torre lo bastante alta como para alcanzar el viento. Una larga veleta en forma de timón dirige la rueda hacia el viento. La rueda hace girar los engranajes que activan una bomba de pistón. Cuando los vientos arrecian en exceso, unos mecanismos de seguridad detienen de forma automática la pieza rotatoria para evitar daños en el mecanismo.

Los científicos calculan que hasta un 10% de la electricidad mundial se podría obtener de generadores de energía eólica a mediados del siglo XXI. Los generadores de turbina de viento tienen varios componentes. El rotor convierte la fuerza del viento en energía rotatoria del eje, una caja de engranajes aumenta la velocidad y un generador transforma la energía del eje en energía eléctrica. En algunas máquinas de eje horizontal la velocidad de las aspas puede ajustarse y regularse durante su funcionamiento normal, así como cerrarse en caso de viento excesivo. Otras emplean un freno aerodinámico que con vientos fuertes reduce automáticamente la energía producida. Las máquinas modernas comienzan a funcionar cuando el viento alcanza una velocidad de unos 19 km/h, logran su máximo rendimiento con vientos entre 40 y 48 km/h y dejan de funcionar cuando los vientos alcanzan los 100 km/h. Los lugares ideales para la instalación de los generadores de turbinas son aquellos en los que el promedio anual de la velocidad del viento es de cuando menos 21 km/h.

La energía eólica, que no contamina el medio ambiente con gases ni agrava el efecto invernadero, es una valiosa alternativa frente a los combustibles no renovables como el petróleo. Los generadores de turbinas de viento para producción de energía a gran escala y de rendimiento satisfactorio tienen un tamaño mediano (de 15 a 30 metros de diámetro, con una potencia entre 100 y 400 kW). Algunas veces se instalan en filas y se conocen entonces como granjas de viento. En California se encuentran algunas de las mayores granjas de viento del mundo y sus turbinas pueden generar unos 1.120 MW de potencia (una central nuclear puede generar unos 1.100 MW).

El precio de la energía eléctrica producida por ese medio resulta competitivo con otras muchas formas de generación de energía. En la actualidad Dinamarca obtiene más del 2% de su electricidad de las turbinas de viento, también empleadas para aumentar el suministro de electricidad a comunidades insulares y en lugares remotos. En Gran Bretaña, uno de los países más ventosos del mundo, los proyectos de turbinas de viento, especialmente en Gales y en el noroeste de Inglaterra, generan una pequeña parte de la electricidad procedente de fuentes de energía renovable. La energía eólica supone un 6% de la producción de energía primaria en los países de la Unión Europea.



## V.-CONCLUSIONES

Con la elaboración de este proyecto se contribuye en la transferencia de tecnología, instruyendo a aquellas personas interesadas en la temática a seguir en la formulación de estos proyectos de bombeo de agua para abrevadero.

Ya que es necesario la implementación de esta tecnología en nuestro país y los países en vías de desarrollo que les permitan abatir costos de producción en lo concerniente a la producción agropecuaria, Por tal motivo es que instituciones internacionales y nacionales están apoyando en ello.

El desconocimiento de este tipo de tecnología en su funcionamiento y su alto costo inicial implican un riesgo para la implementación de estos sistemas. El pago es relativamente alto, comparado con otras opciones tradicionales, pero son más económicos a largo plazo debido a su bajo costo de operación y mínimo mantenimiento.

Con las actividades propuestas en esta unidad de producción se eficientizan los procesos productivos teniendo más forraje para el ganado, y más agua disponible. es muy importante mencionar que todo esto se realiza sin detrimento de los recursos naturales, por lo anterior el rancho se sitúa en un plano ventajoso de productividad ante otros productores de su región.

Así mismo se estimula a llevar un registro de los gastos durante el proceso de producción para que el productor analice y compare estos costos con los ingresos hechos por la venta de productos de la explotación.

Es evidente las ventajas que conlleva la implementación de este tipo de sistemas y de aterrizarlos en la problemática actual, para el mejoramiento de las explotaciones en lo productivo en lo social y en lo ecológico.

## VI.-RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar un estudio enfocado a la comparación de costos de producción de electricidad en sus diferentes métodos, como por ejemplo utilizando la energía hidráulica, eólica, fotovoltaica, carbón, biogás. Para determinar su factibilidad económica.
- Realizar una relación de las ventajas y desventajas de las distintas fuentes de electricidad ecológicas aplicables en el medio rural.
- Es necesario realizar una recopilación de experiencias de los productores que ya cuentan con este sistema en sus propiedades, con el fin de hacer un análisis en su funcionamiento.

## VII.-BIBLIOGRAFÍA

Arturo Morales Acevedo(1996)México D. F La Energía que Viene del Sol. Una Fuente de Energía Limpia, Grupo Editorial Iberoamerica.

Carlos Enrique López Campos (1990) México. Física de la Energía. Universidad Autónoma Chapingo.

Diseño Implantación y Explotación de Áreas de Apacentamiento. Como cuando y cuanto pastorear. SARH México D. F Octubre 1978.

Inifap, Centro de Investigación Regional del Pacifico Centro, Campo Experimental Altos de Jalisco 2002.

José A. Domínguez Gómez (1995) Madrid. Energías Alternativas. Edit. Equipo Sirius.

José A. Manrique (1984) México D.F. Energía Solar. Fundamentos y Aplicaciones Foto térmicas. edit Harla

Mapas coeficiente Agostadero. Cotecoca

Nuevas Tecnologías (1986) Barcelona Energía Solar Fotovoltaica. Biblioteca de Electrónica/ Informática. Orbis Marcombo.

Plan Lerma Asistencia Técnica, Meteorología. Boletín N°- 4

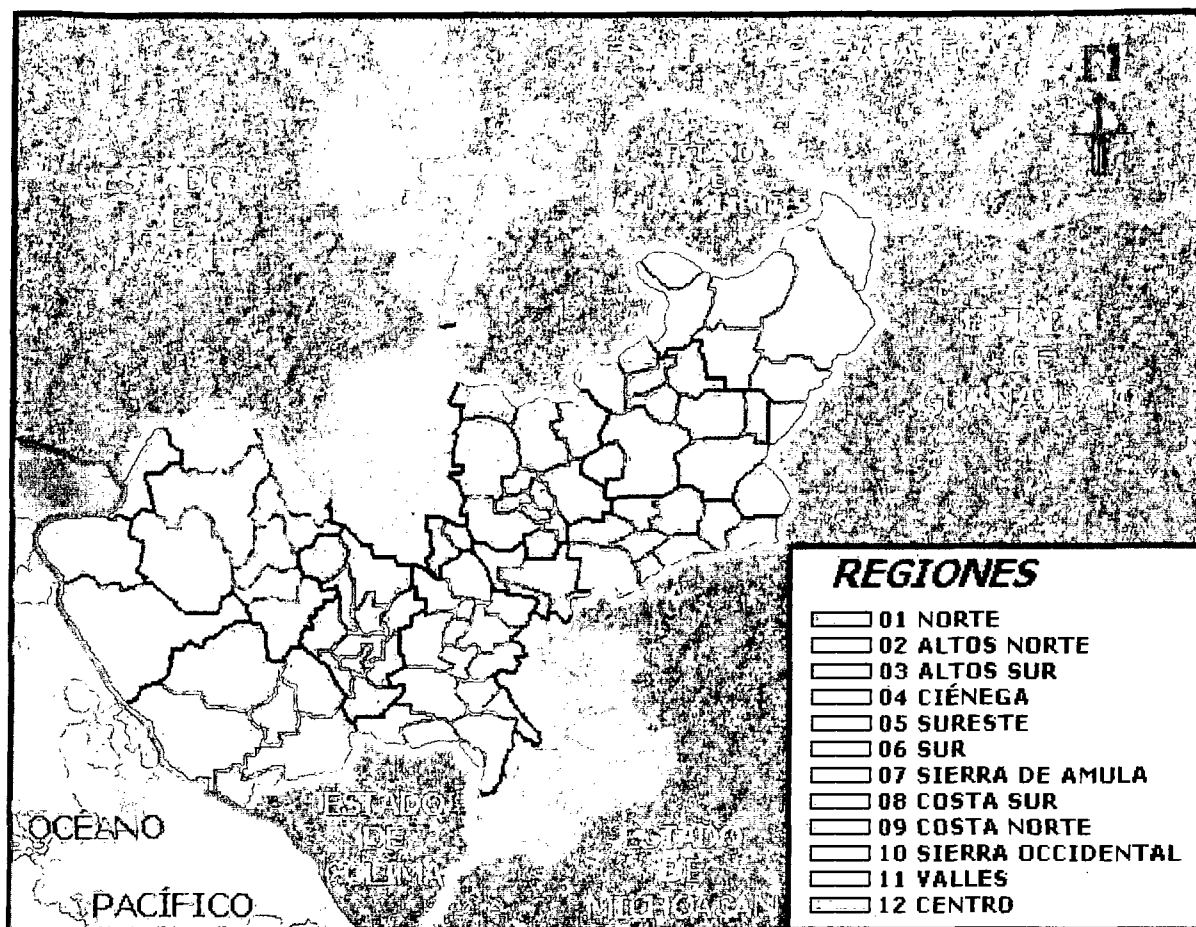
SWTDI/FIRCO/USAID (2000) Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica, volúmenes 1y 2.

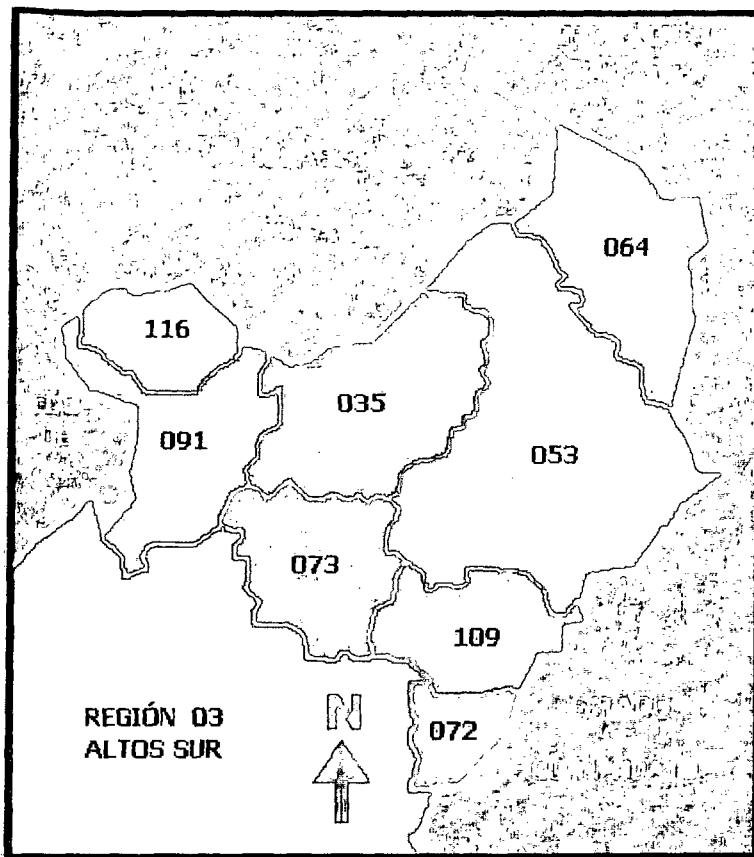
## VIII. ANEXOS

### Anexo No. 1 PROYECCIÓN DEL DESARROLLO DEL HATO BOVINO

| PROYECTO "LA SOLEDAD"                        |                  |             |             |             |             |             |
|--|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Concepto y Unidades                          |                  |             | A           | Ñ           | O           | S           |
| <b>Valor</b>                                 | <b>situación</b> |             |             |             |             |             |
| unitario                                     | actual           | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
| <b>Composición del hato</b>                  |                  |             |             |             |             |             |
| Vacas ( núm. )                               | 19               | 22          | 19          | 21          | 25          | 27          |
| Vaquillas ( núm. )                           | 8                | 2           | 6           | 10          | 9           | 10          |
| Novillonas ( núm. )                          | 2                | 7           | 10          | 9           | 10          | 13          |
| Becerras ( núm. )                            | 7                | 11          | 10          | 11          | 13          | 14          |
| Beceros ( núm. )                             | 17               | 11          | 10          | 11          | 13          | 14          |
| Novillos de 1 ( núm. )                       | 0                | 16          | 10          | 9           | 10          | 12          |
| Novillos de 1-1.5 ( núm. )                   | 2                | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Sementales ( núm. )                          | 3                | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           |
| <b>Total de cabezas ( núm. )</b>             | <b>58</b>        | <b>70</b>   | <b>67</b>   | <b>72</b>   | <b>81</b>   | <b>92</b>   |
| <b>Unidades animal ( u. a. )</b>             | <b>39.69</b>     | <b>47.7</b> | <b>46.6</b> | <b>50.3</b> | <b>56.4</b> | <b>63.6</b> |
| <b>Compra de ganado</b>                      |                  |             |             |             |             |             |
| Vacas ( núm. )                               | 0                | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Vaquillas ( núm. )                           | 2                | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Beceros ( núm. )                             | 0                | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Novillos ( núm. )                            | 0                | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Sementales ( núm. )                          | 0                | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           |
| <b>Mortalidad</b>                            |                  |             |             |             |             |             |
| Adultos ( núm. )                             | 1                | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           |
| Crías después del destete( núm. )            | 1                | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           |
| <b>Ventas</b>                                |                  |             |             |             |             |             |
| Beceros ( núm. )                             | 15               | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Vacas de desecho ( núm. )                    | 4                | 4           | 4           | 4           | 5           | 6           |
| Vaquillas ( núm. )                           | 5                | 1           | 1           | 2           | 2           | 2           |
| Novillos ( núm. )                            | 1                | 16          | 10          | 9           | 10          | 12          |
| Toros de desecho ( núm. )                    | 0                | 2           | 0           | 0           | 1           | 0           |
| <b>Datos de producción</b>                   |                  |             |             |             |             |             |
| Superficie de potreros ( ha )                | 165              | 175         | 175         | 175         | 175         | 175         |
| Ocupación de Carga Animal( U.A./Ha./Año )    | 0.241            | 0.272       | 0.266       | 0.288       | 0.322       | 0.364       |
| Pariciones ( % )                             | 80               | 80          | 82          | 85          | 85          | 85          |
| Mortalidad adultos ( % )                     | 3                | 3           | 2           | 2           | 1           | 1           |
| Mort. crías desp. del dest. ( % )            | 5                | 5           | 5           | 5           | 4           | 3           |
| Desecho de vacas ( % )                       | 5                | 15          | 17          | 17          | 18          | 18          |
| 10 has sumadas por sembrar cultivo ciclo O-I |                  |             | 175 has     |             |             |             |

## Anexo No. 2. DIVISIÓN POLÍTICA Y POR ZONAS DEL ESTADO DE JALISCO



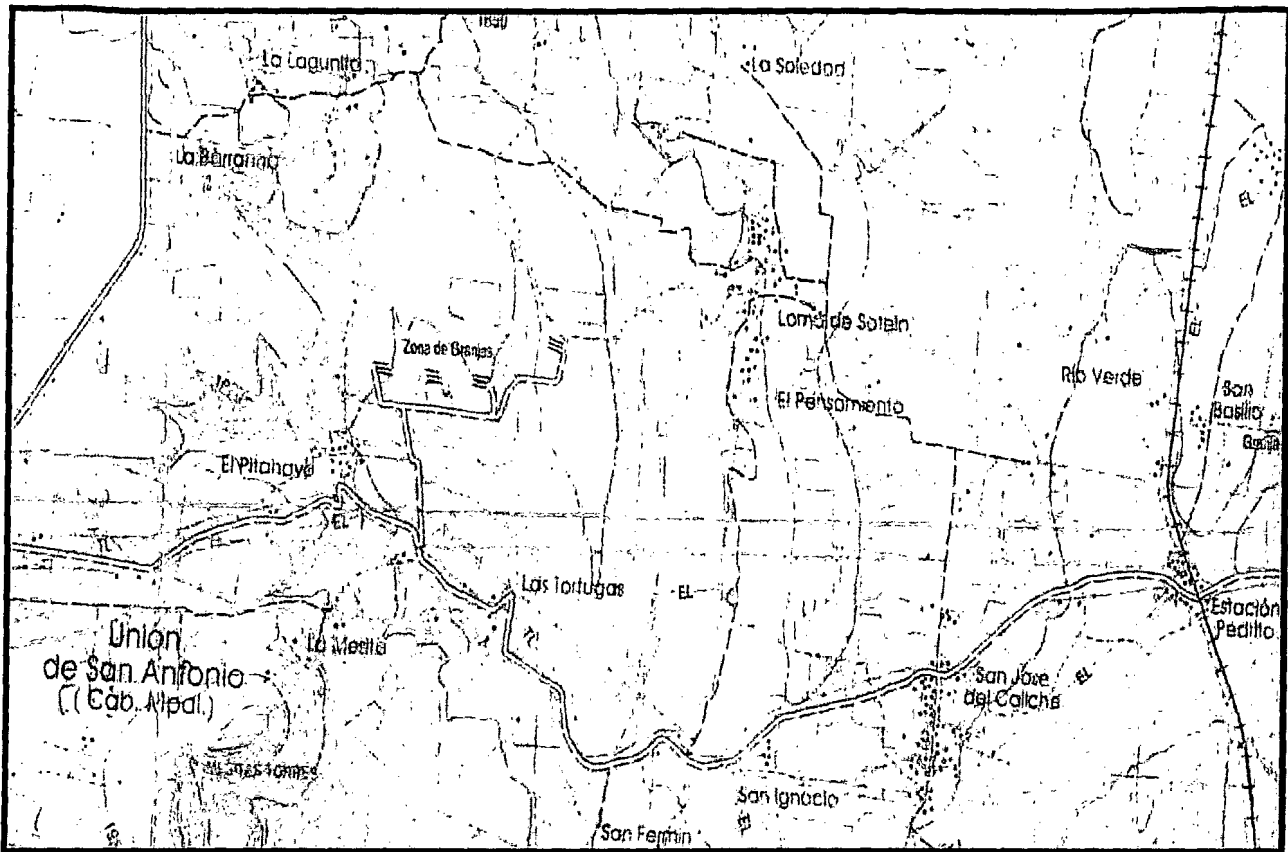


## REGIÓN 02 ALTOS NORTE

- 035 ENCARNACIÓN DE DÍAZ
- 053 LAGOS DE MORENO
- 064 OJUELOS DE JALISCO
- 072 SAN DIEGO DE ALEJANDRÍA
- 073 SAN JUAN DE LOS LAGOS
- 091 TEOCALTICHE
- 109 UNIÓN DE SAN ANTONIO
- 116 VILLA HIDALGO



**Anexo No. 4 VIA DE ACCESO A LA COMUNIDAD LA SOLEDAD.**





### Anexo No. 5 INSOLACIÓN GLOBAL MEDIA EN MÉXICO EN Kwh/m<sup>2</sup> día

Fuentes: Actualización de los mapas de irradiación global solar en la republica Mexicana (R. Almanza S., E. Cagigal R., J Barrientos A. 1997)

Reportes de insolación de México. Southwest Technology Development Institute, NMSU, 1999

| Estado         | Ciudad         | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Min | Max | Med |
|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Aguascalientes | Aguascalientes | 4.5 | 5.2 | 5.9 | 6.6 | 7.2 | 6.3 | 6.1 | 5.9 | 5.7 | 5.1 | 4.8 | 4.0 | 4.0 | 7.2 | 5.6 |
| Campeche       | Campeche       | 4.8 | 5.7 | 6.0 | 5.3 | 5.4 | 4.9 | 4.9 | 5.3 | 5.2 | 5.4 | 5.0 | 4.3 | 4.4 | 6.0 | 5.2 |
| Chiapas        | Arriaga        | 5.1 | 5.4 | 5.5 | 5.9 | 5.6 | 5.2 | 5.9 | 5.5 | 5.1 | 5.3 | 5.1 | 4.7 | 4.7 | 5.9 | 5.4 |
| Chiapas        | Juan Aldama    | 4.4 | 5.1 | 4.9 | 4.5 | 4.5 | 4.1 | 4.4 | 4.5 | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 4.2 | 4.1 | 5.1 | 4.5 |
| Chiapas        | San Cristóbal  | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 4.5 | 4.8 | 4.7 | 5.4 | 5.3 | 4.6 | 4.2 | 3.9 | 3.7 | 3.7 | 5.4 | 4.5 |
| Chiapas        | Tapachula      | 5.4 | 4.9 | 4.8 | 4.6 | 4.7 | 4.7 | 5.2 | 5.1 | 4.6 | 4.1 | 4.3 | 4.1 | 4.1 | 5.4 | 4.7 |
| Chihuahua      | Chihuahua      | 5.8 | 6.4 | 6.8 | 6.9 | 6.9 | 6.4 | 6.4 | 6.5 | 6.8 | 6.8 | 6.0 | 5.2 | 5.3 | 6.9 | 5.9 |
| Chihuahua      | Guachochi      | 3.3 | 3.5 | 3.9 | 4.4 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.6 | 5.7 | 5.1 | 4.9 | 4.4 | 3.3 | 6.9 | 6.4 |
| Chihuahua      | Cd. Juárez     | 6.0 | 7.2 | 7.3 | 7.3 | 6.9 | 6.5 | 6.3 | 6.5 | 6.8 | 7.4 | 6.6 | 5.9 | 5.9 | 7.4 | 6.7 |
| Coahuila       | Saltillo       | 3.8 | 4.2 | 4.8 | 5.1 | 5.6 | 5.9 | 5.9 | 5.6 | 5.2 | 4.4 | 3.6 | 3.3 | 3.3 | 5.9 | 4.8 |
| Colima         | Colima         | 4.4 | 5.1 | 5.3 | 5.8 | 6.0 | 5.2 | 4.9 | 5.0 | 4.6 | 4.4 | 4.4 | 3.9 | 3.9 | 6.0 | 4.9 |
| Durango        | Durango        | 4.4 | 5.4 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 6.8 | 6.0 | 5.6 | 5.7 | 5.1 | 4.8 | 3.9 | 3.9 | 7.5 | 5.7 |
| Guanajuato     | Guanajuato     | 4.4 | 5.1 | 6.1 | 6.3 | 6.6 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.2 | 4.8 | 4.6 | 4.4 | 6.6 | 5.6 |
| Guerrero       | Acapulco       | 4.8 | 5.3 | 6.1 | 5.9 | 5.6 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 4.9 | 5.2 | 5.0 | 4.7 | 4.7 | 6.1 | 5.3 |
| Guerrero       | Chilpancingo   | 4.1 | 4.5 | 4.9 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 5.1 | 4.7 | 4.4 | 4.1 | 3.8 | 3.8 | 5.2 | 4.7 |
| Hidalgo        | Pachuca        | 4.6 | 5.1 | 5.6 | 6.8 | 6.0 | 5.7 | 5.9 | 5.8 | 5.3 | 4.9 | 4.6 | 4.2 | 4.2 | 6.8 | 5.4 |
| Jalisco        | Colotlán       | 4.6 | 5.7 | 6.5 | 7.5 | 8.2 | 6.6 | 5.8 | 5.6 | 5.8 | 5.3 | 4.9 | 4.1 | 4.1 | 8.2 | 5.9 |
| Jalisco        | L. de Moreno   | 4.5 | 5.3 | 6.1 | 6.7 | 7.2 | 6.1 | 5.8 | 5.5 | 5.5 | 5.0 | 4.7 | 4.0 | 4.0 | 7.2 | 5.5 |
| Michoacán      | Morelia        | 4.2 | 4.9 | 5.5 | 5.8 | 5.9 | 5.2 | 5.0 | 5.1 | 4.9 | 4.6 | 4.3 | 3.7 | 3.7 | 5.9 | 4.9 |
| Nayarit        | Tepic          | 3.9 | 4.3 | 4.8 | 5.5 | 6.1 | 5.3 | 4.9 | 5.3 | 4.4 | 4.4 | 4.0 | 4.8 | 3.9 | 6.1 | 4.8 |
| Nuevo León     | Monterrey      | 3.2 | 3.6 | 4.1 | 4.3 | 4.8 | 5.5 | 6.1 | 5.6 | 5.0 | 3.8 | 3.3 | 3.0 | 3.0 | 6.1 | 4.4 |
| Oaxaca         | Oaxaca         | 4.9 | 5.7 | 5.8 | 5.5 | 6.0 | 5.4 | 5.9 | 5.6 | 5.0 | 4.9 | 4.8 | 4.4 | 4.4 | 6.0 | 5.3 |
| Oaxaca         | Salina Cruz    | 5.4 | 6.3 | 6.6 | 6.4 | 6.1 | 5.0 | 5.6 | 5.9 | 5.2 | 5.9 | 5.7 | 5.2 | 5.0 | 6.6 | 5.8 |
| Puebla         | Puebla         | 4.9 | 5.5 | 6.2 | 6.4 | 6.1 | 5.7 | 5.8 | 5.8 | 5.2 | 5.0 | 4.7 | 4.4 | 4.4 | 6.4 | 5.5 |
| Querétaro      | Querétaro      | 5.0 | 5.7 | 6.4 | 6.8 | 6.9 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.3 | 5.4 | 5.0 | 4.4 | 4.4 | 6.9 | 5.9 |
| Sinaloa        | Culiacán       | 3.6 | 4.2 | 4.8 | 5.4 | 6.2 | 6.2 | 5.4 | 5.1 | 5.2 | 4.6 | 4.2 | 3.4 | 3.4 | 6.2 | 4.9 |
| Sinaloa        | Los Mochis     | 4.9 | 5.4 | 5.8 | 5.9 | 5.8 | 5.8 | 5.3 | 5.5 | 5.5 | 5.8 | 4.9 | 4.3 | 4.3 | 5.9 | 5.4 |
| Sonora         | Guaymas        | 4.5 | 5.7 | 6.5 | 7.2 | 7.3 | 6.8 | 5.9 | 5.8 | 6.3 | 5.9 | 5.1 | 5.6 | 4.5 | 7.3 | 6.0 |
| Sonora         | Hermosillo     | 4.0 | 4.6 | 5.4 | 6.6 | 8.3 | 8.6 | 6.9 | 6.6 | 6.7 | 6.0 | 4.7 | 3.9 | 3.9 | 8.6 | 6.0 |
| Tamaulipas     | Tampico        | 3.3 | 4.1 | 4.7 | 6.4 | 5.0 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.6 | 4.6 | 3.7 | 3.2 | 3.2 | 6.4 | 4.5 |
| Tlaxcala       | Tlaxcala       | 4.6 | 5.1 | 5.5 | 5.4 | 5.6 | 5.2 | 5.3 | 5.2 | 5.1 | 4.9 | 4.7 | 4.0 | 4.0 | 5.6 | 5.1 |
| Veracruz       | Jalapa         | 3.2 | 3.5 | 3.8 | 4.3 | 4.6 | 4.4 | 4.9 | 5.0 | 4.4 | 3.7 | 3.3 | 3.0 | 3.0 | 5.0 | 4.0 |
| Yucatán        | Mérida         | 3.7 | 4.0 | 4.6 | 5.2 | 5.7 | 5.5 | 5.7 | 5.5 | 5.0 | 4.2 | 3.8 | 3.4 | 3.4 | 5.7 | 4.7 |
| Zacatecas      | Zacatecas      | 4.9 | 5.7 | 6.6 | 7.5 | 7.8 | 6.2 | 6.2 | 5.9 | 5.4 | 4.8 | 4.8 | 4.1 | 4.1 | 7.8 | 5.8 |

La insolación es parecida en algunas zonas, se toma como referencia la zona más cercana al proyecto en este caso es Lagos de Moreno.

**ANEXO 6.- TABLA PARA CONVERTIR "KVA" A "KW" Y A "H. P."**

| <b>KVA</b> | <b>H. P.</b> | <b>KW</b> |
|------------|--------------|-----------|
| 3          | 3.2193       | 2.3999    |
| 5          | 5.3656       | 3.9999    |
| 7.5        | 8.0484       | 5.9999    |
| 10         | 10.7312      | 7.9999    |
| 15         | 16.0968      | 11.9998   |
| 20         | 21.4624      | 15.9998   |
| 25         | 26.8280      | 19.9998   |
| 30         | 32.1936      | 23.9997   |
| 37.5       | 40.2420      | 29.9996   |
| 45         | 48.2904      | 35.9993   |
| 50         | 53.6560      | 39.9995   |
| 75         | 80.4840      | 59.9992   |
| 100        | 107.3120     | 79.9989   |

1 KVA = 1.07312 H.P  
1 H.P. = 0.7454726 KW