

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
MEDIANTE BOMBAS SOLARES

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumnos:

Consuelo Alejandra Bustamante Saldivia

Mario Ignacio Chávez San Martín

Profesorguía:

Sr. Cristopher Pérez Marín

2018

RESUMEN DEL PROYECTO.

El siguiente trabajo tiene por esencia trabajar con la energía solar y su incorporación en un sistema determinado en el que pueda ser un aporte de ahorro energético y como solución a problemáticas urgentes que afrontan a sectores rurales. Se mostrarán diferentes tipos de captaciones de agua y las características generales de cada una, se dará a conocer lo más importante acerca de una instalación fotovoltaica y los tipos, también se muestra el esquema de dicha instalación, los componentes que forman parte de este y cuando son necesarios y cuando no, y por último se hará un análisis de tipo comparativo entre la aplicación de un sistema de captación de agua con bomba solar y otro con una electrobomba, en una vivienda simulada de determinadas condiciones.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA	1
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO	3
OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
MARCO TEÓRICO	4
ENERGÍA SOLAR.....	4
PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS:.....	5
PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS POLICRISTALINOS:	6
PANELES DE CAPA FINA:	7
PANELES OFF GRID Y ON GRID.....	8
MARCO NORMATIVO	9
TIPOS DE CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS	12
LOS FACTORES CONDICIONANTES EN LA SELECCIÓN DEL TIPO DE CAPTACIÓN SON LOS SIGUIENTES:	15
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL MONTAJE DE UNA INSTALACIÓN SOLAR	16
PRINCIPIO FOTOELÉCTRICO	17
ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	17
PANELES O MODULOS SOLARES.....	17
REGULADOR DE CARGA O CONTROLADOR.....	18
BATERÍAS O SISTEMAS ACUMULADORES SOLARES.....	19
INVERSOR O CONVERTIDOR	20
BOMBAS SOLARES	20
ESTANQUE.....	21
CABLEADO	22
CAPÍTULO III: BOMBAS SOLARES Y SUS CARACTERÍSTICAS	23
TIPOS DE BOMBAS SOLARES.....	25
BOMBA DE AGUA SOLAR SUMRGIBLE.....	25
BOMBA DE AGUA SOLAR SUPERFICIAL.....	27
KIT SOLAR	28
ELEMENTOS KIT SOLAR.....	28
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA SUSTENTABLE	29
9.1. CÁLCULO DE AGUA A UTILIZAR.....	30
GASTO MAXIMO INSTALADO (Qi) Y GASTO MAXIMO PROBALE (QMP).....	30
CONSUMO MÁXIMO DIARIO	30
9.2. COMPARACIÓN BOMBA SOLAR Y ELECTRO BOMBA.....	31
ELECTRO BOMBA.....	32
BOMBA SOLAR.....	32

GASTO ELÉCTRICO DE ELECTRO BOMBA	33
COMPARACIÓN ECONÓMICA.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	35
TEXTOS Y REVISTAS.....	35
WEBGRAFÍA.....	35

INDICE DE CUADROS, TABLAS Y GRÁFICOS.

Figura 1 Mapa de Nonguén, ubicación del terreno donde se ejecutara el proyecto

Figura 2 Indicador de la Radiación Solar en la Región del Bio-Bio

Figura 3 Paneles Solares Fotovoltaicos Monocristalinos:

Figura 4 Paneles Solares Fotovoltaicos Policristalinos

Figura 5 Paneles de Capa Fina

Figura 6 Sistema de Paneles Off Grid

Figura 7 Zanjas y drenes

Figura 8 Galerías de aguas

Figura 9 Drenes

Figura 10 Pozos excavados con drenes radiales

Figura 11 Sondeos

Figura 12 Pozos excavados

Tabla 1. Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico

Figura 13 Conexiones en paralelo y en serie de baterías

Figura 14 Bomba sumergible y de superficie

Figura 15 Bomba centrífuga

Figura 16 Bomba solar sumergible 4PSS

Figura 17 Bomba solar sumergible 3LSS

Figura 18 Bomba solar Superficial LHF

Figura 19 Bomba solar Superficial LSQB

Figura 20 Kit solar propiciado por HIDROCENTRO

Figura 21 Vivienda tipo

Tabla 2 Gasto máximo probable y gasto máximo instalado

Tabla 3 Consumo máximo diario

Figura 22 Electro bomba centrífuga marca Humboldt

Figura 23 Bomba solar marca Larens

Tabla 4 Comparación económica

Tabla 5 Costo por año de cada bomba

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo tiene por esencia trabajar con la energía solar y su incorporación en un sistema determinado en el que pueda ser un aporte de ahorro energético y como solución a problemáticas urgentes que afrontan a sectores rurales. Creemos que aprovechar las energías inagotables es fundamental para reducir nuestra huella ecológica.

FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA

En la mayoría de los países de América Latina la estrategia de extender las redes eléctricas de los sistemas interconectados a los usuarios aislados ya no es una solución financieramente eficiente por lo que el uso de sistemas independientes cobran cada vez más importancia, sobre todo si se usan como fuente los recursos renovables. Según el Subsecretario de Energía, Ricardo Irrázabal, en Chile se encuentra 15 mil viviendas sin luz eléctrica, a través del medio LaHora.cl. Por otro lado se suma la dificultad que tienen pequeñas empresas distribuidoras de electricidad para llegar a las zonas rurales “y como la rentabilidad ha disminuido, finalmente han sido absorbidas por las grandes distribuidoras”, como grafica Aurelio Crovo quien es gerente general de la Sociedad Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica Charrúa (Coelcha).

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Mediante esta investigación nos enfocamos en la necesidad de captar agua mediante sistemas fotovoltaicos y con ello dar paso a lo nuevo en tecnologías solares como son las bombas fotovoltaicas y su incorporación para el uso de medidas generosas con el medio ambiente.

Se proporciona energía eléctrica limpia en sectores rurales y ocupar paneles que permitan hacer funcionar una bomba solar para la captación de aguas subterráneas. Se dará solución al desabastecimiento de agua caliente debido a la poca presión de agua que no permite el funcionamiento del calefont.

Tenemos el caso de un terreno que no tiene abastecimiento de luz eléctrica y está ubicado en calle Los Boldos N° 60 Villa Nonguén, dónde próximamente se llevará a cabo la construcción de una vivienda destinada para una familia de 5 habitantes.



Figura 1.

METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.

Uso de libros y textos referidos a energías renovables, manuales técnicos de instalación de paneles, visitas a empresas especializadas del área, catálogos varios.

Objetivo General del Proyecto

- Implementar sistema de abastecimiento de agua mediante bombas solares.

Objetivos Específicos

- Señalar los distintos tipos de captación de agua.
- Dar a conocer características relevantes con respecto al montaje de una instalación fotovoltaica.
- Describir las características de las bombas solares y sus componentes.
- Analizar económicamente la implementación del sistema para captación de agua mediante bombas solares.

MARCO TEÓRICO

ENERGÍA SOLAR.

El término energía solar es un tipo de energía renovable contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma de energía térmica o energía eléctrica, para su consumo posterior donde se necesite. El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar. Los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar:

Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica)

Mediante módulos fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)

Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)

La energía solar es importante para el planeta pues es un recurso energético renovable que podría reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles, altamente contaminantes. Además, ayuda al desarrollo sustentable, disminuye la contaminación y reduce el impacto ambiental.

Algunos conceptos claves que hay que tener en cuenta:

La Intensidad de la Radiación Solar o Irradiancia: Es la potencia de radiación, que llega a una superficie, Unidad: Watt/m².

La Radiación Global: Es la cantidad de energía, que llega a una superficie en un tiempo determinado (directa y difusa) Wh/m²día. La cantidad de energía solar que llega a una superficie de 1 m² en un día.

Potencia Eléctrica: Se define como la cantidad de energía eléctrica que un objeto consume o genera en un intervalo de tiempo determinado. Es una magnitud escalar que en el S.I. se mide en Watt, su simbología es [W], en honor a James Watt.

Indicador de la Radiación Solar en la Región del Bio-Bio

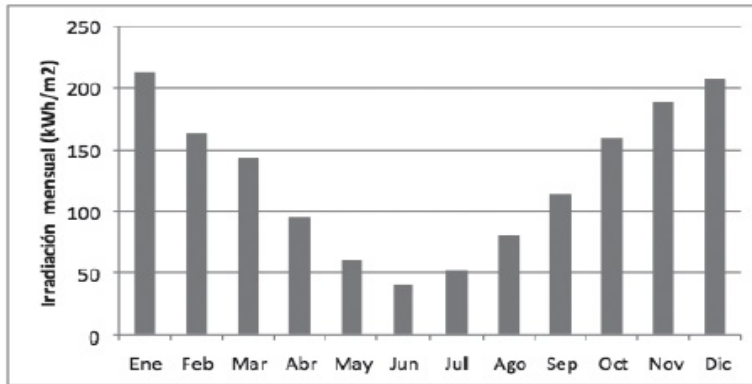


Figura 2

Fuente: Comisión Nacional Energía

Región VIII : 3,475 kW/m2/día

Los tipos de paneles solares fotovoltaicos, vienen dados por la tecnología de fabricación de las células. A continuación, y de forma breve, indicamos los tres tipos fundamentales y sus características.

Paneles Solares Fotovoltaicos Monocristalinos:

Como su propio nombre indica, son paneles compuestos de células que se han creado a partir de un solo cristal de silicio monocristalino. Por lo que son los de mayor pureza. Lentitud en el proceso de calentamiento. Resulta ligeramente más eficiente.

Rendimiento en laboratorio: 24%

Rendimiento directo: 15-18%



Figura 3.

Paneles Solares Fotovoltaicos Policristalinos:

Se obtiene del silicio puro fundido y dopado con boro, pero a diferencia del monocristalino se reducen las fases de cristalización. Por lo tanto, es más económica su fabricación. La superficie está estructurada en cristales, y a simple vista se distinguen distintos tonos azules.

Rendimientos en laboratorio: 19-20%



Figura 4.

Paneles de Capa Fina:

Estos paneles depositan varias capas de material fotovoltaico en una base dependiendo de cuál sea el material empleado: silicio amorfo, telururo de cadmio, cobre, indio, galio y selenio o células fotovoltaicas orgánicas. Son más baratos que los paneles cristalinos ya que son más sencillos de fabricar.

Rendimiento en laboratorio: 16%

Rendimiento directo: <10%



Figura 5.

Se recomienda la instalación de placas solares monocristalinas en climas fríos con tendencias a tormentas o niebla, ya que este tipo de placas solares tienden a absorber mejor la radiación y soportan menos el sobrecalentamiento.

Se recomienda la instalación de placas solares policristalinas en climas cálidos, pues absorbe el calor a una mayor velocidad y le afecta en menos medida el sobrecalentamiento.

Paneles Off Grid y On Grid

Los paneles Off Grid corresponden a aquellos que generan su propia electricidad captando la energía por medio de los paneles fotovoltaicos y almacenándola en baterías, se ocupa en lugares donde no existe conexión a la red eléctrica pública. El inversor permite transformar la energía de las baterías (DC) a corriente alterna para así poder ser utilizada (AC). A continuación un ejemplo de una instalación con paneles Off Grid

Los paneles **On Grid** son aquellos que inyectan a su consumo la energía que generan, produciendo importantes ahorros que se verán reflejados en su cuenta mensual de electricidad. No se utiliza banco de baterías, por lo que el sistema es de menor costo. Este sistema se utiliza en lugares donde sí hay conexión a la red eléctrica pública.

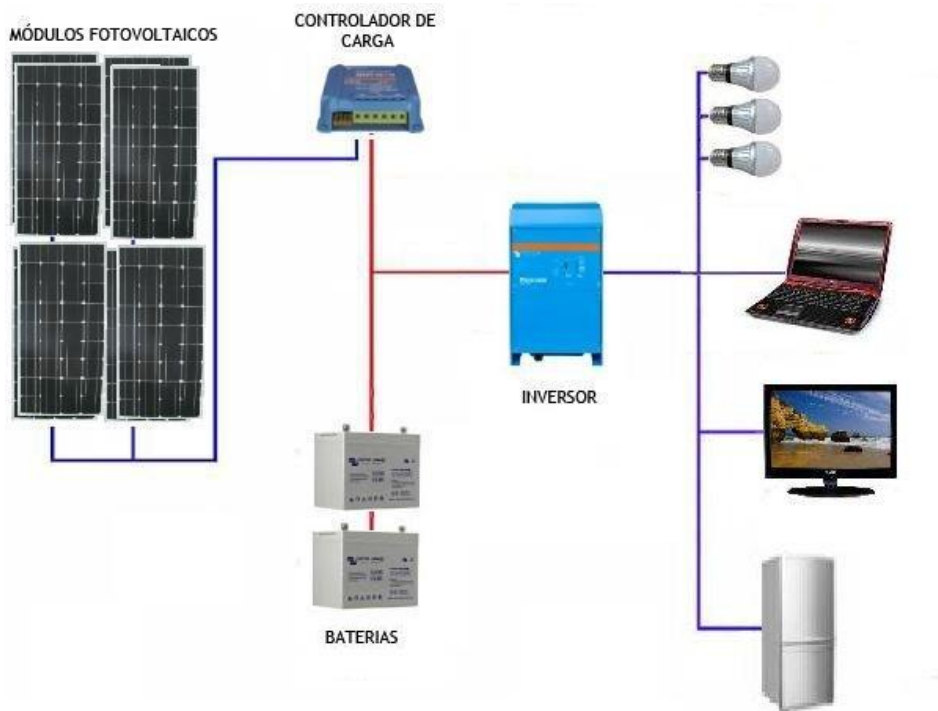


Figura 6.

MARCO NORMATIVO

NCh 2.898 IEC 61194 Energía fotovoltaica - Parametros característicos de sistemas fotovoltaicos autónomos.

NCh 2.902 IEC 61836 Energía fotovoltaica - Sistemas de energía solar fotovoltaica - Términos y símbolos.

NCh 2.903/1 IEC 60904-1 Energía fotovoltaica - Dispositivos fotovoltaicos

NCh 2.896 THERMIE B SUP 995-96 Energía fotovoltaica - Especificaciones generales para sistemas fotovoltaicos domésticos

NCh 2.927 IEC 61277 Energía fotovoltaica - Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia - Generalidades y guía.

CAPÍTULO I: CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las aguas subterráneas constituyen importantes fuentes de abastecimiento de agua. Entre sus características están mantener un caudal y propiedades físico-químicas estables en el tiempo, menor riesgo de contaminación, en general el agua no requiere de un tratamiento complicado y las cantidades de agua disponible son más seguras. A veces, el descenso de los niveles de agua en los pozos ha causado su abandono; pero en la actualidad, los modernos métodos de investigación permitirán una aproximación muy segura de los recursos de agua subterránea para una prolongada producción. La parte mas importante de un proceso de captación de agua es el estudio hidrogeológico, el cual permite determinar las variables hidráulicas del manto de agua, define rendimiento y calidad, y los caudales óptimos de captación. Por medio de este se define la dirección del flujo subterráneo, las áreas de mayor aptitud para la captación, el adecuado distanciamiento entre pozos y se establecen las situaciones anómalas que podrían interferir en el recurso hídrico. El estudio hidrogeológico conlleva tareas como; una cartografía geológica, inventario de puntos de agua (capas freáticas), estudios piezométricos, análisis químicos, entre otros.

Tipos de captaciones subterráneas

Zanjas y drenes: Las zanjas se ocupan en acuíferos superficiales, son excavaciones lineales que llegan al nivel saturado. Poseen una profundidad de 2 a 4 metros y recorren largas longitudes, se excavan una o varias zanjas, que, siguiendo la pendiente topográfica, vierten a un pozo colector desde el que se bombea. Se utilizan tanto para explotación del agua subterránea poco profundas como para el drenaje necesario para la estabilidad de obras.

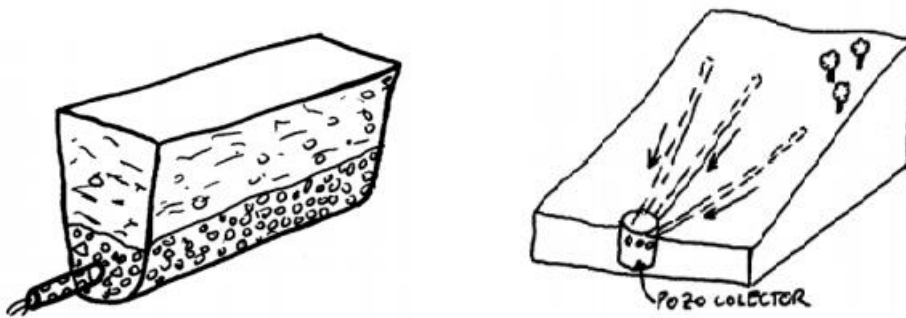


Figura 7.

Galerías de aguas: sistema muy antiguo que funciona con una ligera pendiente, el agua sale al exterior por gravedad y cumplen doble función, captación y transporte de agua.

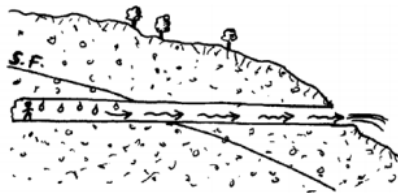


Figura 8.

Drenes: Similares a las galerías, pero son tubos de pequeño diámetro, perforados con máquina, normalmente hasta unas decenas de metros. Son más utilizados para estabilidad de laderas que para la utilización del agua.

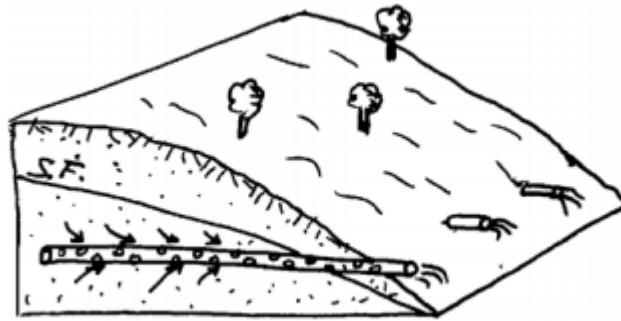


Figura 9.

Pozos excavados con drenes radiales: Se utilizan en los mismos casos que los excavados pero con mayor rendimiento. Generalmente en buenos acuíferos superficiales cuando se requieren grandes caudales. Su radio equivalente puede evaluarse mediante una fórmula que comprende su radio equivalente, longitud media entre drenes y número de drenes.

Figura 9.

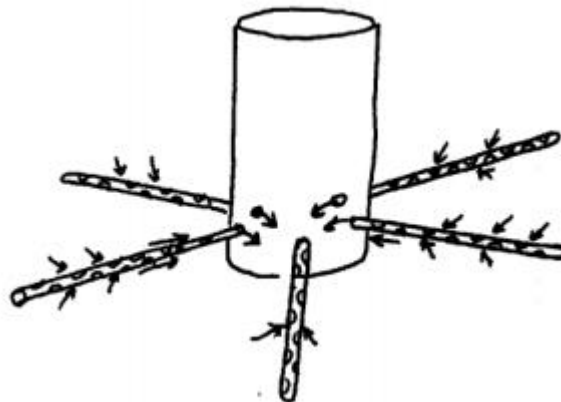


Figura 10.

Sondeos: Son las captaciones más utilizadas en la actualidad. Los diámetros oscilan entre 20 y 60 cm. y la profundidad en la mayoría de los casos entre 30 m y 300 o más. Se instala tubería ranurada (“rejilla” o “filtro”) sólo frente a los niveles acuíferos, el resto, tubería ciega. Las técnicas de perforación son variadas y de ésta depende su diámetro.

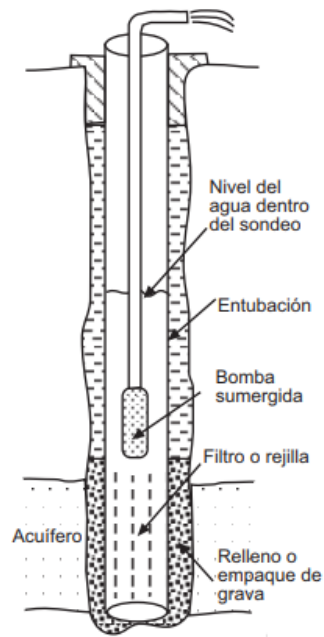


Figura 11.

Pozos excavados: Construcción manual o con maquinaria cuyo fin es extraer agua, es el tipo de captación más antiguo y más elemental. El agua entra en el pozo por el fondo y las paredes, a través de los huecos que se dejan entre las piedras o ladrillos. Sigue siendo la elección más adecuada para explotar acuíferos superficiales, pues su rendimiento es superior al de un sondeo de la misma profundidad. Otra ventaja es el volumen de agua almacenado en el propio pozo. Posee un diámetro aproximado de 1 a 6 metros o más y una profundidad generalmente de 5 a 20 metros.

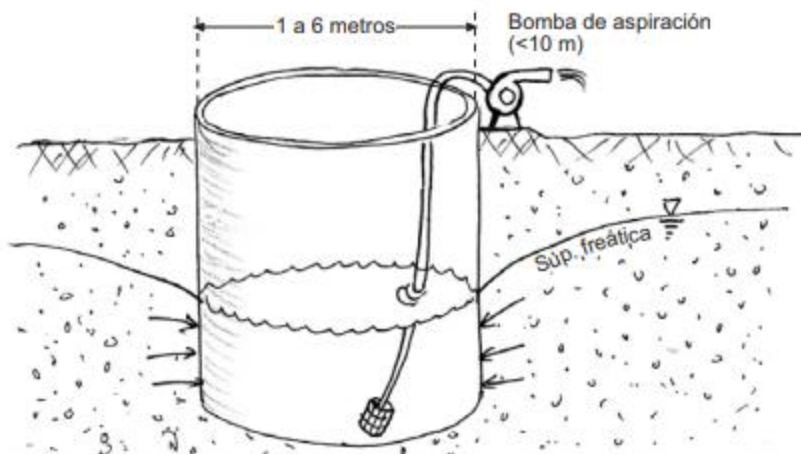


Figura 12.

Los factores condicionantes en la selección del tipo de captación son los siguientes:

- Factores Hidrogeológicos
- Disponibilidad de equipos de perforación
- Materiales y costo de éstos
- Existencia de personal calificado
- Uso final de la captación (propósito)
- Factor económico

**CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL MONTAJE DE
UNA INSTALACIÓN SOLAR**

PRINCIPIO FOTOELÉCTRICO

El principio fotoeléctrico es la base de cualquier sistema fotovoltaico y que consta básicamente de lo que ocurre cuando una célula fotoeléctrica que compone el panel recibe la radiación solar, cuyos fotones inciden en él, siendo reflejados, absorbidos o pasan a través de este. Los que son absorbidos son los que generan electricidad. Para que esto suceda los paneles deben estar hechos de un material semiconductor, que son los que ofrecen esta capacidad de recibir energía y crear corriente eléctrica. En la actualidad la mayoría de las células solares que componen los paneles utilizan como material semiconductor el silicio.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

A continuación se presentan cada uno de los componentes que forman parte de nuestro esquema de instalación fotovoltaica incluyendo elementos de la captación de agua subterránea

PANELES O MODULOS SOLARES.

Se encargan de captar la radiación solar y transformarla en electricidad generando corriente continua. El número de paneles dependerá de la potencia que se desea suministrar. Estos módulos están formados por células solares interconectadas dispuestas en serie o en paralelo para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente requeridos. Cada una de estas células ofrece 0.5 voltios y una potencia eléctrica de 3 W de potencia, pero estos valores igual dependen de la superficie de la célula.

Generalmente, las células se disponen primero en serie hasta que se alcance la tensión deseada (normalmente entre 12 y 24 v) y luego se conectan en paralelo para obtener el nivel de intensidad eléctrica deseada. A este sistema ya conectado se le llama **generador fotovoltaico**.

La radiación solar que influye en la temperatura de las células a su vez determinara la intensidad de corriente (I) y la tensión (V), cuyo producto ($I \cdot V$) será la potencia eléctrica (P) generado por el modulo.

Definiciones técnicas:

-Potencia Nominal ($P_{\text{máx}}$): valor máximo de potencia que puede entregar el panel, se obtiene del producto de la tensión por la corriente de salida del panel. Se mide en W.

-Tensión en circuito abierto (V_{oc}): valor máximo que se mediría en el panel si no hubiese paso de corriente (intensidad de cero amperios).se mide en V

-Intensidad de cortocircuito (I_{sc}): intensidad máxima que se puede obtener del panel (tensión de salida cero voltios) se mide en A

-Tensión en el punto de máxima potencia ($V_{\text{máx}}$): valor de la tensión en el punto de máxima potencia, que suele ser el 80% de la de vacío. Se mide en(V)

-Intensidad de corriente máxima ($I_{\text{máx}}$): valor de la corriente el punto de máxima potencia. Se mide en A

REGULADOR DE CARGA O CONTROLADOR

Equipo encargado de controlar y regular el paso de corriente eléctrica desde los módulos fotovoltaicos hacia las baterías. Evita que se produzcan sobrecargas peligrosas y limitan la tensión de las baterías a valores adecuados para su funcionamiento. El regulador deberá estar dimensionado para soportar la intensidad máxima de corriente generada en el sistema, tanto en la línea de entrada al regulador procedente de los generadores fotovoltaicos como en la línea de salida hacia las cargas que alimenta. De acuerdo con esto la corriente máx. prevista por la línea de entrada al regulador desde los generadores fotovoltaicos corresponde a la intensidad de cortocircuito (i_{sc}) mencionada anteriormente más un margen de seguridad del 25%. Por otro lado la corriente máxima de salida estará establecida por el consumo de cargas del sistema, en este caso la bomba. Cuando haya un periodo de insolación y las baterías alcancen un voltaje máximo

el regulador interrumpirá la conexión entre los módulos fotovoltaicos y las baterías reduciendo los niveles de corriente.

BATERÍAS O SISTEMAS ACUMULADORES SOLARES

Almacenan la energía eléctrica generada por el sistema de generadores fotovoltaicos, con objeto de disponer de ella en periodos nocturnos o en aquellas horas del día que no luzca el sol. También pueden cumplir otras funciones anexas como estabilizar el voltaje y la corriente de suministro. Los tipo de baterías mas recomendadas para uso en instalaciones fotovoltaicas son las de tipo estacionarias de plomo ácido y de placa tubular, compuestas de un conjunto de vasos electroquímicos interconectados de 2v cada uno, que se dispondrán en serie o en paralelo para completar los 12,24 o 48 v de tensión de suministro y la capacidad de corriente continua que sea adecuada en cada caso.

En la siguiente tabla se indica el nivel del voltaje del modulo fotovoltaico en función de las necesidades de consumo de potencia que se demande en la vivienda.

POTENCIA DEMANDADA (EN W)	Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico (en V)
< DE 1500W	12V
ENTRE 1500W Y 5000W	24V O 48V
>500W	120V O 300V

Tabla 1. Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico

La capacidad de la batería se mide en amperios-hora (ah), indica la cantidad de carga eléctrica que pasa por los terminales de una batería.

Mediante las asociaciones en serie de baterías se consigue aumentar el voltaje final respecto a la tensión que cada batería sola puede ofrecer. Y por el contrario mediante las asociaciones en paralelo de baterías se consiguen

aumentar la capacidad de suministro de estas, es decir, autonomía.

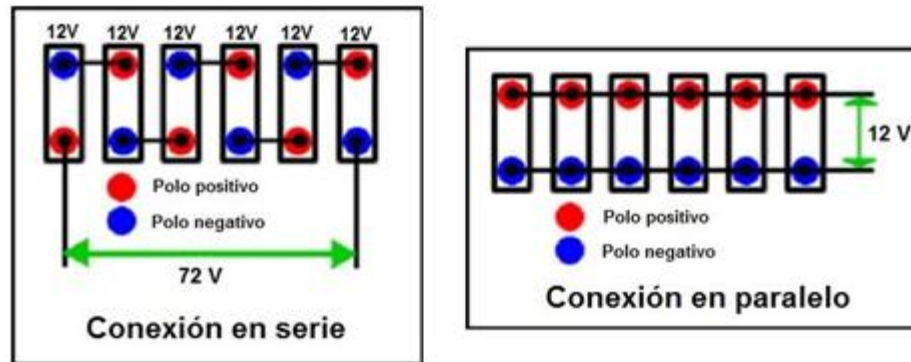


Figura 13.

INVERSOR O CONVERTIDOR

Un inversor es un dispositivo que cambia o transforma una tensión de entrada de corriente continua a una tensión simétrica de salida (senoidal, cuadrada o triangular) de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

BOMBAS SOLARES

Las bombas de agua solares son un método rentable y confiable para el suministro de agua en situaciones donde los recursos hídricos deben extenderse largas distancias, el suministro eléctrico es escaso o inexistente, o bien donde los costos de combustible y mantenimiento son considerables. Pueden ser bombas solares de superficie o incluso sumergibles, como vemos en la siguiente figura.

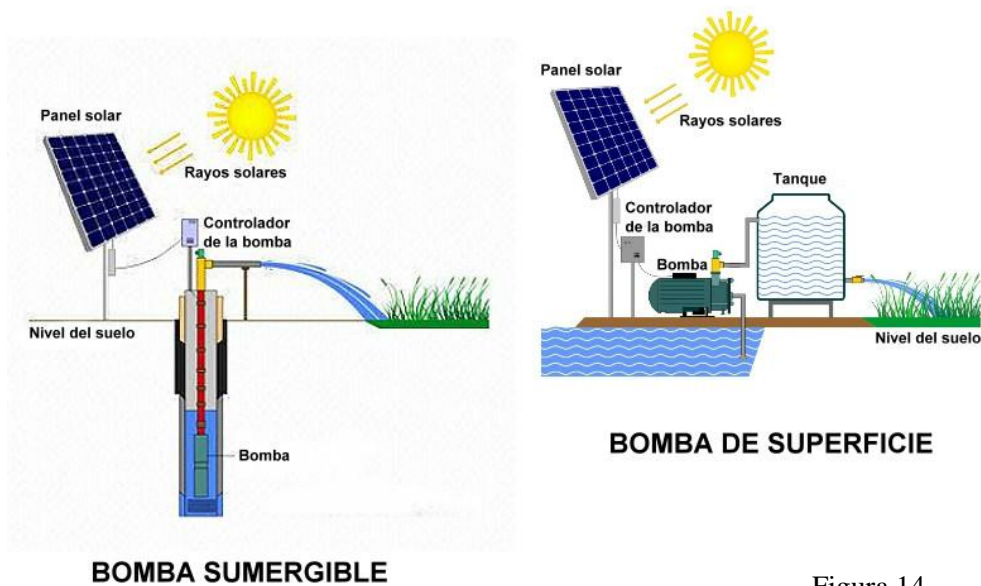


Figura 14.

Están diseñadas específicamente para funcionar con CC (corriente continua) proporcionada desde paneles solares y han sido optimizadas para operar, si es necesario, con poca iluminación solar. A diferencia de las electrobombas convencionales con motor de CA (corriente alterna), las bombas solares pueden funcionar en un amplio rango de voltaje y corriente, y mueven menores volúmenes de agua durante un período prolongado, lo que demanda mucha menos energía y minimiza el tamaño y costo de los paneles o generadores fotovoltaicos.

ESTANQUE

Destinado al almacenamiento del agua a una altura de 14 mca si no se posee una bomba para abastecer de presión que haga funcionar un calefón o que por lo menos alcance a recorrer hasta el último artefacto.

CABLEADO

Los sistemas fotovoltaicos necesitan de un cableado apto para quedar expuestos al aire libre y soportar las adversidades meteorológicas. Y para eso se han incorporado cables del tipo PV ZZ-F, son unipolares con doble aislamiento con capacidad para transportar corriente continua de hasta 1800 V de manera eficiente y duradera. Poseen resistencia térmica y climática comprobada mediante ensayos de resistencia a la intemperie.

CAPÍTULO III: BOMBAS SOLARES Y SUS CARACTERÍSTICAS

Una bomba de agua solar es un aparato capaz de bombear agua de corriente directa y funciona a través de la energía solar. Existen varios tipos de bombas solares, entre las que destacan la solar fotovoltaica. Siendo utilizada la bomba centrífuga.

Las bombas centrífugas son siempre rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. El fluido entra por el centro del rodete o impulsor,1 que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Debido a la geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente impulsor.

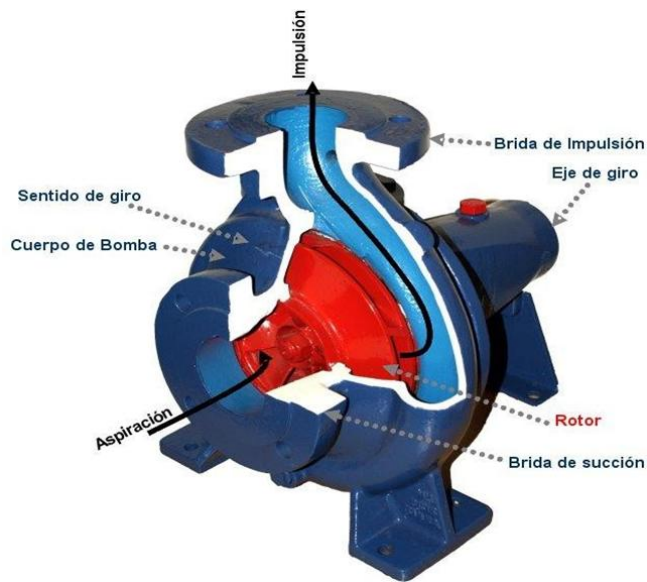


Figura 15.

Estas bombas de agua son sumergibles y son impulsadas por la energía del sol. Funcionan de una manera similar al resto de bombas de agua tradicional, a diferencia que su fuente de alimentación es renovable. Son utilizadas para el riego en terrenos de cultivo, para las personas que quieren bombear agua de un pozo para extraerla.

TIPOS DE BOMBAS SOLARES

Existen varios tipos de bomba de agua solar y tenemos que saber cuáles son sus diferencias y aplicaciones.

Existen las bombas sumergibles y las de superficie. Estas dos bombas se diferencian en algunas características que las hacen servir para un tipo de trabajo y no para el otro.

BOMBA DE AGUA SOLAR SUMRGIBLE

Se debe colocar debajo del suelo. Se emplea principalmente para extraer agua de un lugar profundo, como puede ser un pozo, un depósito o un aljibe. Dependiendo del volumen de agua que se desea extraer y la profundidad a la que se encuentra el agua, existen varios tipos de capacidades de esta bomba.

La cual funciona con un motor sellado herméticamente con acoplamiento cerrado a un impulsor utiliza energía giratoria (cinética) para presurizar y descargar agua desde la bomba hacia la superficie a través de la manguera o tubería.

Las bombas sumergibles no requieren cebado, ya que están en la fuente de agua. Esto elimina la cavitación y la necesidad de la manguera de succión.

Nombre	Bomba solar sumergible 4PSS
Potencia Bomba	400 Watts
Voltaje	24 Volt
Caudal	3480 lts/hr
Profundidad de Captación	20 m
Cantidad de paneles solares	2 paneles solares de 265 Watts cada uno



Figura 16.

Nombre	Bomba solar sumergible 3LSS
Potencia Bomba	180Watts
Voltaje	24 Volt
Caudal	1440 lts/hr
Profundidad de Captacion	20 m
Cantidad de paneles solares	1 panel solar de 265 Watts



Figura 17.

BOMBA DE AGUA SOLAR SUPERFICIAL

La bomba de superficie que, como su nombre indica, funciona en la superficie. Se utiliza principalmente para aumentar la presión del agua donde no llega bien el suministro. Por ejemplo, en algunas viviendas más aisladas, se emplea este tipo de bomba para aumentar la presión del agua. También se utilizan sobre todo para aplicaciones de riego.

Nombre	Bomba solar Superficial LHF
Potencia Bomba	550Watts
Voltaje	60Volt
Caudal	15000 lts/hr
Profundidad de Captacion	8 m
Cantidad de paneles solares	3 paneles solares de 265 Watts



Figura 18.

Nombre	Bomba solar Superficial LSQB
Potencia Bomba	250Watts
Voltaje	60Volt
Caudal	1980 lts/hr
Profundidad de Captacion	8 m
Cantidad de paneles solares	1 paneles solares de 315 Watts



Figura 19.

KIT SOLAR

Kit solar propiciado por HIDROCENTRO , el cual es de fácil montaje, ya que no es necesario calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos, para que la bomba de extracción de agua pueda funcionar. Solamente se debe prestar atención a la cantidad de radiación solar que recibe la ubicación en donde se implementara dicho kit. La cual debe ser de 3 kw/hr/día para su correcto funcionamiento.

ELEMENTOS KIT SOLAR

- 1 Controlador : Dispositivo encargado de controlar la energía recibida de los paneles fotovoltaicos evitando la sobrecargas y manteniendo una tensión adecuada para el funcionamiento de la bomba, sensores de nivel de agua y de la batería en caso que se implemente.
- 2 Paneles Fotovoltaico: Encargado de recibir la radiación solar necesaria para poder hacer funcionar la bomba de extracción de agua. La cantidad de paneles fotovoltaicos dependerá de la potencia de la bomba.
- 3 Bomba de extracción de Agua: Puede ser superficial o sumergible, dependerá de la profundidad de la captación de agua. En cualquier de los dos casos es una bomba centrífuga.
- 4 Sensores de Agua: Elemento encargado de cortar o dar paso al llenado del estanque.

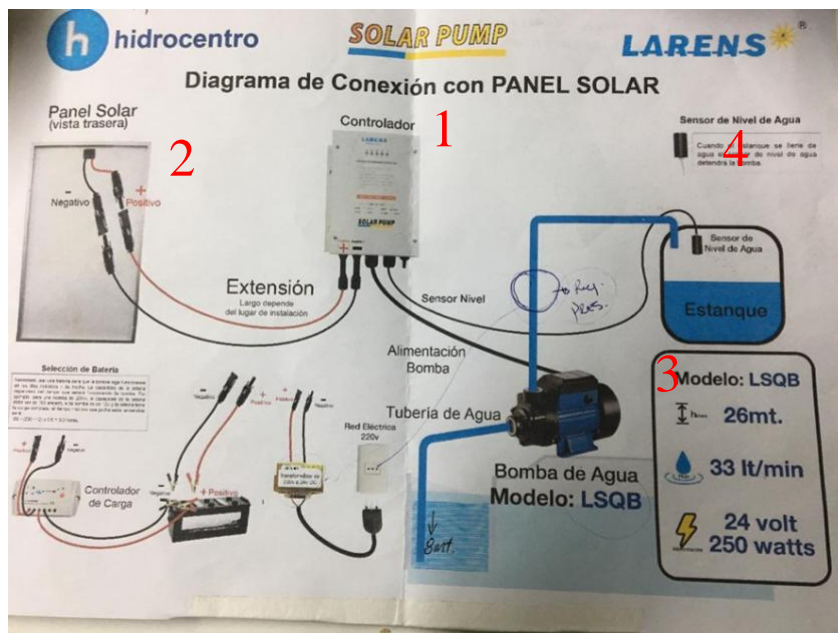


Figura 20.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA SUSTENTABLE

Dicho estudio económico se llevara a cabo en la comuna de Valle Nonguen, calle los boldos Numero 60. Ya que es un sector rural en el cual la energía eléctrica es deficiente, debido que no existe suministro de electricidad cercano. En donde se realizara una construcción de una casa de 160,16 m², la cual será habitada por 6 personas, constara con dos baños, un lavaplatos, un jardín de 40m² y una piscina de 30 m³. Se adjunta plano de primer y segundo piso, con su red de agua potable.

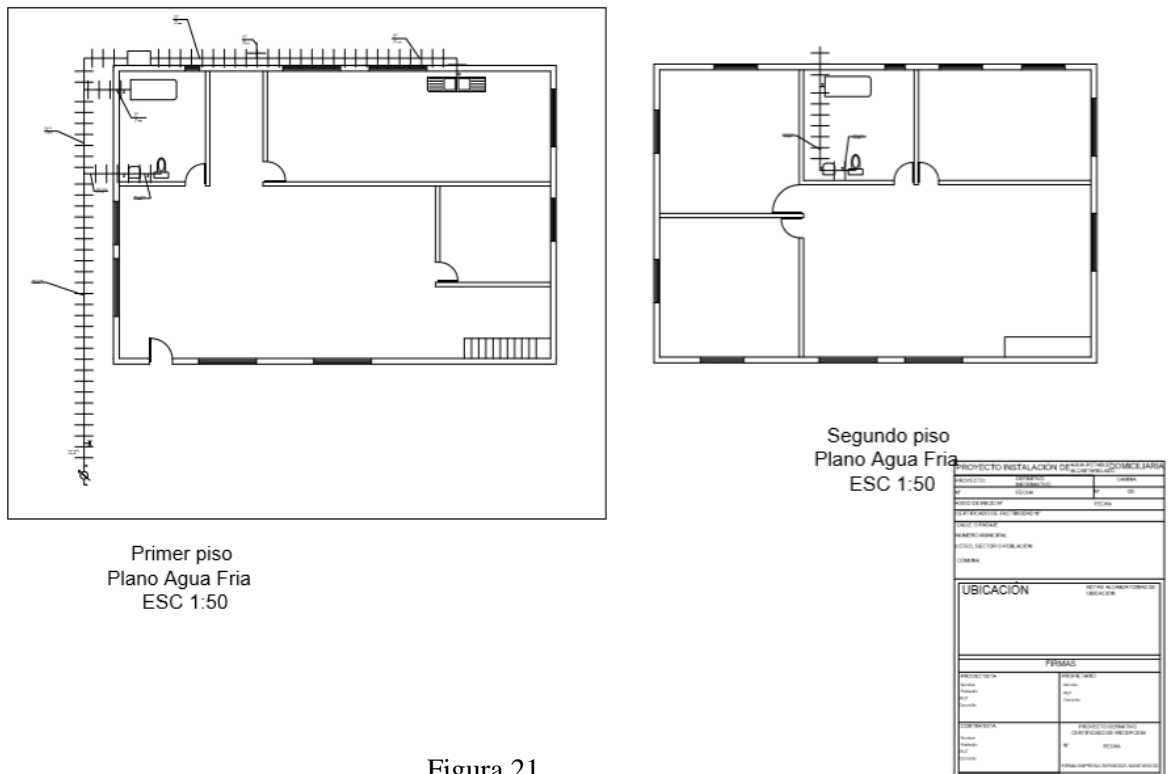


Figura 21.

9.1. CÁLCULO DE AGUA A UTILIZAR

Parámetros para el cálculo de agua, es el Consumo máximo diario (C), que corresponde al volumen de agua utilizado en un día y está dado por el producto entre la dotación y el número de elementos o personas a los cuales se abastece junto con incluir riego de jardines y consumos especiales como el llenado de una piscina. Su unidad de medida es m³/día. También es de suma importancia el cálculo del Gasto máximo instalado (Qi), para lo cual, hay que determinar el número de artefactos existentes y los gastos instalados correspondientes a cada uno de ellos. El gasto o consumo máximo instalado (Qi) de una instalación corresponde al caudal de agua que demandaría el conjunto de artefactos si todos ellos estuviesen funcionando a plena capacidad y al mismo tiempo.

El determinar el gasto máximo instalado, permite calcular el gasto máximo probable (QMP) el cual corresponde a un concepto probabilístico mediante el cual se cuantifica el máximo caudal con el que deben diseñarse las instalaciones de agua potable de inmuebles que tienen una determinada característica de consumo.

Lo cual nos permite calcular el diámetro del medidor de agua potable.

GASTO MAXIMO INSTALADO (Qi) Y GASTO MAXIMO PROBALE (QMP)

Artefacto	Cantidad	Parcial	Total
WC	2	10	20
B°	2	15	30
LP	1	12	12
L°	2	8	16
llj 19mm	1	50	50
Qi=			128

$$QMP = 1,7391 * Qi^{0,6891}$$

$$QMP = 49 \text{ LTS/MIN}$$

CC

Tabla 2.

Ya que no se está diseñando una red de agua potable, para nuestro estudio solo nos sirve el cálculo de consumo máximo diario, ya que nos dará la cantidad de metros cúbicos de agua a utilizar diariamente.

Elemento	Consumo Parcial	Consumo Total	Consumo m3/día
Dotación	6hab x 200lts/hab/día	1000 lts/día	1,2 m3/día
Jardín	10lts/m2/día x 40 m2	400 lts/día	0,4 m3/día
Piscina	30 m3 / 30 días	1 m3/día	1 m3/día
		Total	2,6 m3/día

Tabla 3.

La vivienda tiene un consumo máximo diario de 2,6 m3 al día, lo que significa un caudal mínimo necesario de 100 lt/hora para mantener abastecida la casa, por lo que cualquiera de los kit solares que nos ofrece el mercado es suficiente para cumplir ese propósito. Por lo cual elegiremos el modelo LSQB el cual nos proporciona un caudal de 1980 lts/hr.

9.2. COMPARACIÓN BOMBA SOLAR Y ELECTRO BOMBA

A continuación se hace la comparación entre la bomba solar elegida y una electrobomba centrífuga que comúnmente se utilizaría para extraer agua subterránea con red eléctrica disponible

ELECTRO BOMBA

Electrobomba Centrifuga	
Marca	Humboldt
Modelo	XCM158
Potencia	1HP = 745.7 W
Voltaje	220 V
Caudal	3600 lt/hrs
Alcance Captación	8 mt
Costo	\$ 90.000



Figura 22.

BOMBA SOLAR

BOMBA SOLAR	
Marca	LARENS
Modelo	LSQB
Potencia	250 W
Voltaje	24 V
Caudal	1980 lt/hrs
Alcance Captación	8 mt
Costo	\$ 283.000



Figura 23.

GASTO ELÉCTRICO DE ELECTRO BOMBA

Gracias a la compañía de electricidad (CGE) se recopiló la información de que 1kw/hr cuesta \$95, ya que corresponde a un consumo medio. Con esta información se realizó la siguiente tabla, en la cual se visualiza el gasto que tendrá por la cantidad de horas de uso las cuales será 2, ya que con esa cantidad de tiempo de funcionamiento diario es suficiente, para satisfacer el consumo máximo diario de la casa en ejemplo.

COMPARACIÓN ECONÓMICA

Consumo	Horas	Kw/día/costo	Kw/mes/costo	Kw/año/costo
750 W	1	0.75[kWh/día] / \$71	22.5[kWh/mes] / \$2.133	273.75[kWh/año] / \$25.954
750 W	2	1.5[kWh/día] / \$142	45[kWh/mes] / \$4.266	547.5[kWh/año] / \$51.907

Tabla 4.

A continuación se detalla los costos por año de cada bomba, partiendo por la compra del equipo y después el gasto energético que tendrá año a año.

Como se puede apreciar en la tabla el costo se equipara alrededor del 4° año para ser exacto a los 45 meses (3,7 años). A partir de este punto la bomba solar supera a la electrobomba, ya que no habrá más costos.

Descripción	Electro Bomba	Kit solar
Valor equipo	\$ 90.000	\$ 283.000
Costo energético (1° año)	\$ 51.907	-
Costo energético (2° año)	\$ 103.814	-
Costo energético (3° año)	\$ 155.721	-
Costo energético (4° año)	\$ 207.628	-
Costo energético 4° año + Equipo	\$ 297.628	\$ 283.000

Tabla 5.

CONCLUSIONES

Todos sabemos lo difícil que es integrar las energías renovables dentro de nuestros hogares, somos inconscientes aun del beneficio obtenido de ocuparlas y si agregamos el hecho de que la gran mayoría de estas requieren de una inversión que muchas veces no estamos dispuestos a realizar, probablemente no parezca para nada conveniente implementarlo. Nuestra invitación es a ver más allá de eso y animarse a comprobar al igual que nosotros, que a la larga es un beneficio tanto monetario como medio ambiental y nuestros cálculos lo aseveran. De acuerdo a la comparación realizada, la bomba solar se equipara en gastos a la bomba eléctrica en 3,7 años de uso, lo cual significaría que a partir de este punto es más rentable el uso del sistema solar, ya que sólo se pagaría el gasto de instalación. Adicionalmente el uso de este kit solar proporciona energía constante, no así la electrobomba que depende del suministro energético precario de una zona rural.

BIBLIOGRAFIA.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

F. Javier Sánchez San Román---- Dpto. Geología Univ. Salamanca. Captaciones de Agua.

Sistemas de Captación de Aguas Subterráneas, Raúl E. Vega Otero. Lcdo. En Ciencias Geológicas.

Textos y Revistas.

Revista Semana Sostenible. 22/06/2016. *El Reto de Energizar Zonas Rurales Aisladas.* Por Wilmar Suárez.

Lagos R. Octavio., Uribe C. Hamil., Okuda Yukio. (2004). Fuentes de Agua. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias.*

Rodríguez Galbarro, Hermenegildo. (2017). Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda. *Cálculo y diseño de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo en vivienda.*

Daniel Almarza, Javier Hernandez Venegas, Guillermo Soto Olea, Christian Santana Oyarzún. (2016). Guía de Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos. *Proyecto Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor.*

Webgrafía.

<https://scielo.conicyt.cl/>

http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,1&_dad=portal&_schema=PORTAL

<http://hidrologia.usal.es/>