



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**MECÁNICA ELÉCTRICA**

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA  
CON FINES AGRÍCOLAS EN EL SECTOR CAÑAVIEJA, TAMBERÍA,  
CAJABAMBA 2016

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor:

**Castañeda Rayco Edson Martín**

Asesor:

**Ing. José Luis Adanaqué Sanchez**

Línea de Investigación:

**Generación, Transmisión y Distribución**

**CHICLAYO – PERÚ**

**2016**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



Acta de Sustentación.

Siendo las 9:00am del día 28 de Diciembre del 2016  
 Se reunieron en el aula 608 Campus UCV Chiclayo los  
 integrantes del Jurado:  
 Presidente Ing. SALAZAR MEUNDOZA ANIBAL JESÚS  
 Secretario Ing. VILLALOBOS CABREDA JONNY  
 Vocal Ing. ADANAQUÉ SANCHEZ JOSÉ LUIS  
 Para evaluar la Tesis:  
 "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON  
 FINES AGRÍCOLAS EN EL SECTOR COÑAVIEJA TAMBERIA,  
 CAJAMARCA, 2016."  
 presentado por el (los) Bachiller(es): CASTAÑEDA ROYCO  
 EDSON MARTÍN, para optar el título  
 profesional de Ingeniero MECANICO ELECTRICISTA  
 El Presidente del Jurado da inicio solicitando al secretario a  
 dar lectura de la Resolución Directoral:  
 N° 1474-2016-PEA-UCV-CH-2011  
 Seguidamente se explicó las instrucciones al (los) expositor (es)  
 quien (es) tuvieron el permiso correspondiente para iniciar la  
 sustentación, terminada la misma, el Jurado procedió a  
 realizar las preguntas. Acto seguido se pasó a efectuar la  
 deliberación, llegando a la siguiente determinación:  
 "APROBADO POR MAYORÍA"  
 Se pasó a comunicar el resultado de la evaluación, siendo las  
 9:50 am, procediendo finalmente a firmar el Acta.

Presidente Ing. SALAZAR MEUNDOZA ANIBAL JESÚS  
 Secretario Ing. VILLALOBOS CABREDA JONNY  
 Vocal Ing. ADANAQUÉ SANCHEZ JOSÉ LUIS

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## **DEDICATORIA**

Con el agradecimiento a Dios por darme salud y bienestar para poder realizar el siguiente proyecto que va dedicado, a mi madre, Fausta Rayco por darme el ejemplo de lucha constante para conseguir la meta sin desmayar, a mi padre Fredy Castañeda, por su apoyo incondicional, a mi esposa Fanny Araujo e hijo Juan Diego Castañeda, por su por su comprensión, su apoyo constante y amor que siempre me brindaron durante estos años de desarrollo profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradeciendo en primer lugar a Dios por iluminarme y hacer posible el término de mi carrera, dándome salud, sabiduría, etc.

También agradezco a mis docentes por darnos las pautas necesarias para mi formación profesional.

A mis familiares por su aliento y su apoyo incondicional en momentos difíciles que se presentaron durante estos años de crecimiento profesional.

Edson Martín Castañeda Rayco.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Edson Martín Castañeda Rayco estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI 40602634, Con la tesis titulada "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON FINES AGRÍCOLAS EN EL SECTOR CAÑAVIEJA, TAMBERÍA, CAJABAMBA 2016"

Declaro que:

- La tesis es veraz de mi propia autoría.
- He respetado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto, este proyecto de tesis es totalmente auténtica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio; es decir, un duplicado de otras tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falta, auto plagio y falsedad, me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, Marzo del 2019



---

Edson Martín Castañeda Rayco  
DNI: 42602634

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad Cesar Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “Construcción de una estructura metálica para módulo de banco de bombas hidráulicas en el laboratorio de control UCV- CHICLAYO.”

La investigación está dividida en los siguientes capítulos:

1. **INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas con el tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.
2. **MÉTODO.** Se menciona el diseño de investigación, variables, Operacionalización; población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.
3. **RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.
4. **DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de, los resultados encontrados durante el trabajo de investigación.
5. **CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados cortos a lo que se ha llegado en esta investigación, teniendo en cuenta los objetivos planeados.
6. **RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.
7. **REFERENCIAS.** Se consigna todos autores citados en la investigación.

## ANEXOS

## INDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACION.....	vi
INDICE.....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
LINTRODUCCION.....	11
1.1 Realidad Problemática.....	11
1.1.1 Realidad problemática nacional.....	11
1.1.2 Realidad problemática regional.....	12
1.1.3 Realidad problemática local.....	12
1.2 Trabajos Previos.....	13
1.3 Teorías Relacionadas al Tema.....	15
1.3.1 El Sistema Fotovoltaico.....	15
1.3.1.1 Energía Solar Fotovoltaica.....	15
1.3.1.2 Efecto Fotovoltaico.....	16
1.3.1.3 Mantenimiento del panel fotovoltaico.....	16
1.3.1.4 Mediciones de Energía Solar.....	17
1.3.2 Sistema de Bombeo.....	17
1.3.2.1 Bombas.....	17
1. Bombas Centrifugas.....	18
2. Bombas Volumétricas.....	18
1.3.2.2 Motor.....	18
1. Los motores de CC.....	18
2. Los motores de CA.....	19
1.4 Formulación del Problema.....	19
1.5 Justificación del Estudio.....	19
1.6 Hipótesis.....	20
1.7 Objetivos.....	20

II. METODO.....	22
2.1 Diseño de Investigación.....	21
2.2 Variables, Operacionalización.....	21
2.2.1 Variable independiente.....	21
2.2.2 Variable dependiente.....	21
2.3 Población y muestra.....	23
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y confiabilidad.....	24
2.5 Métodos de análisis de datos.....	25
2.6 Aspectos éticos.....	26
III.RESULTADOS .....	29
3.1 DISCUSIÓN .....	30
3.2 CONCLUSIONES .....	32
3.3 RECOMENDACIONES.....	33
3.4 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	34
3.5 ANEXOS.....	35
Ficha de recolección de datos.....	36
Planos de la ubicación del proyecto.....	51
Acta de aprobación de originalidad del trabajo de investigación.....	80
Autorización de publicación del trabajo de investigación en repositorio institucional.....	81
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	82

## RESUMEN

La generación de energías renovables es importante para el suministro de energía para el sector agrícola para realizar el bombeo de agua a zonas secas o faltas de agua como en el sector Cañavieja.

En ese contexto este proyecto de investigación pretende abastecer de agua para regadío a parcelas que no pueden ser cultivadas por no contar con agua en la zona por tal motivo se está diseñando un sistema de bombeo de agua con un sistema fotovoltaico que genere energía eléctrica y se pueda alimentar a motor, bomba para el bombear agua desde el canal de regadío que tiene origen en el río Chugurano hasta el reservorio de almacenamiento del cual será distribuido en proporción de las cantidades requeridas por las parcelas las cuales estarán implementadas con un sistema de riego por goteo para un mejor aprovechamiento del vital líquido.

Utilicé los instrumentos ficha de recolección de datos para obtener un consumo promedio por lote y obtener la máxima demanda, como la presente investigación es viable y sostenible y garantiza una entrega de agua a los agricultores. Por lo tanto, esta investigación brinda a cualquier inversionista a tomar la decisión de realizar dicho proyecto.

Palabras clave: generación - transmisión – bombeo.

## **ABSTRACT**

The generation of renewable energies is important for the energy supply to the agricultural sector to carry out the pumping of water to dry areas or faults of water as in the Cañavieja sector.

In this context, this research project aims to supply water for irrigation to plots that can not be cultivated because there is no water in the area. For this reason a water pumping system is being designed with a photovoltaic system that generates electric energy and Can pump, pump to pump water from the irrigation canal that originates in the river chugurano to the storage reservoir of which will be distributed in proportion to the quantities required by the plots which will be implemented with a system of irrigation by Drip for a better use of the vital liquid.

I used the instruments data collection to obtain an average consumption per lot and obtain the maximum demand, as this research is viable and sustainable and guarantees a delivery of water to farmers. Therefore, this research provides any investor with the decision to make the project.

Keywords: generation - transmission – pumping.

## **I.- INTRODUCCION.**

### **1.1.- Realidad Problemática**

#### **1.1.1 Realidad problemática Nacional.**

El Perú es un país con uno de los mayores potenciales energéticos del mundo, el cual lo convierte en un lugar ideal para las instalaciones solares con fines industriales y suministro a usuarios particulares.

Sin embargo la escasa economía e inversión nacional y privada en los sectores rurales en el Perú es un problema fundamental que dificulta la adquisición de estos sistemas que inicialmente son costosos, sumado a la escasa inversión en estos sectores se encuentra más barreras como no contar con accesos viales, población y viviendas muy dispersas.

Para Auccacusi En su tesis, análisis técnico y económico para la selección del equipo de bombeo nos presenta las estadísticas del Ministerio de Agricultura (MINAG), indican que en el Perú alrededor de la tercera parte de la población vive en las zonas rurales, cuyos ingresos dependen del 50% de la agricultura, además se estima que el área de riego en el país está representado por un 70% bajo secano, 26.9% bajo riego por gravedad, 2% bajo riego tecnificado y 0,7% a través de la explotación de las aguas subterráneas mediante pozos, bajo estas circunstancias alrededor de 10 millones de peruanos aplican una tecnología de bombeo y riego ineficiente que trae como consecuencia un bajo nivel de competitividad que se refleja en una baja productividad principalmente de la sierra y selva del Perú (Auccacusi, 2014 p. 1).

Experiencias con energías renovables en peru (2014 p. 1). El gobierno peruano ha llevado a cabo dos subastas dirigidas a la producción de electricidad, utilizando energías renovables –eólica, solar, biomasa e hidroeléctricas pequeñas–. Para ello se definió la meta de generación de electricidad con tarifas máximas para cada tipo de energía. Como resultado de las subastas ya hay cuatro parques de energía solar en el sur del Perú.

### **1.1.2 Realidad problemática Regional**

Cajamarca es una de las regiones más pobres de nuestro país y por ende es uno de que tienen menor porcentaje de electrificación y mucho menos sistemas de bombeo con energía solar.

“Según el censo del 2007, sólo el 76.1% de la población nacional cuenta con servicio eléctrico, siendo Lima el departamento de mayor cobertura eléctrica con el 94.5%, y Cajamarca el de menor cobertura con tan solo el 40.4%. Del mismo censo, se concluye que la cobertura eléctrica de las zonas urbanas del país llega al 91%, y la cobertura en las zonas rurales a tan solo 30%.” (Gamio, 2010 p. 35).

Para ImpactMatters en su proyecto de las velas a la luz eléctrica nos dice que de acuerdo al último censo de población y vivienda del Perú realizado en 2007, el 25,9% de las viviendas reportaban no tener alumbrado eléctrico. Este porcentaje alcanzaba su nivel más alto en el departamento de Cajamarca donde 59,8% de las viviendas reportaban no tener alumbrado eléctrico. En 2010 ACCIONA Microenergía Perú (AMP) compró con recursos propios e instaló 600 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares (SFD) en viviendas ubicadas en 31 comunidades rurales en los distritos de Namora, Tumbadén y San Pablo (el porcentaje de viviendas sin alumbrado eléctrico en estos distritos era de 82,1%, 96,1% and 72,8% en 2007, respectivamente). Más tarde, en 2012, puso en servicio 700 SFD adicionales en la misma zona geográfica. Todas estas comunidades están ubicadas entre 1,5 y 3 horas de viaje de la ciudad de Cajamarca en un arco alrededor de la ciudad—la sede de AMP está en Cajamarca y por razones logísticas se quiere trabajar con comunidades que no estén muy lejos de la ciudad. El promedio de viviendas atendidas por comunidad es de aproximadamente 35 viviendas” (ImpactMatters, 2014 p. 1).

### **1.1.3 Realidad problemática Local**

En el sector Cañavieja caserío de Tambería provincia de Cajabamba se cuenta con varias parcelas de cultivo sin ser utilizadas y otras que solo se las siembra en temporada de invierno, ya que en tiempo de estiaje es imposible por falta de agua, a pesar que por zona aledaña cruza el río Chugurano que cuenta con agua durante todo el año, ante esta necesidad se quiso construir un nuevo canal de riego por la parte superior al existente y con mayor capacidad por ende los pobladores de sector hicieron una evaluación en situ y se encontró zonas inestables por donde es imposible la construcción del mismo por la mayor demanda de presupuesto para realizar la contención de dichas zonas y a esto también se sumaba la autorización de los propietarios de los terrenos por donde se pensaba construir el canal. Por tal motivo con el siguiente proyecto (diseño de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua con fines agrícolas en el sector Cañavieja), se atenderá las necesidades de dicho sector. También a la actualidad

se cuenta con una vertiente de agua pequeño cerca de las parcelas que solo abastece un cuarto de hectárea para cultivo.

## **1.2.- Trabajos previos.**

Para Auccacusi (2014 p. 1) En su tesis “Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo”

Que es una iniciativa individual que está empeñada en mejorar la calidad de vida de la población rural presentando una solución a la problemática de falta de agua para riego en una zona específica del Perú, analizando su geografía, clima, fuentes hídricas y racionalidad de la población. Por lo tanto se realizó el análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo en Muskarumi - Pucyura – Cusco usando fuentes renovables de energía, para lo cual se determinó que el caudal de agua necesario para 3 hectáreas de cultivo, durante el día más seco del año, es de aproximadamente 3 l/s por cuyo objetivo es bombear agua en un volumen de 282 m<sup>3</sup> al día; por otro lado se definió que el tipo de riego más adecuado para la zona es el de aspersión. Se realizó el análisis económico con el fin de hallar la rentabilidad del proyecto tomando como tasa de interés mínima 11% anual según Agrobanco, por lo que se hallaron los costos fijos y variables de todas las bombas analizadas, así como el costo de producir vegetales en la zona, para luego realizar un análisis financiero mediante las técnicas de evaluación del valor actual neto y tasa interna de retorno determinando qué productos agrícolas harán factible el proyecto. Y obtuvo como resultado por lo expuesto antes, según el análisis económico, los requerimientos de caudal y presión para el óptimo de bombeo para la zona de estudio, además concluye que el producto en generar mayor utilidad es la cebolla.

Para DeltaVoltSAC (2014 p. 1) En el proyecto Sistema Solar Fotovoltaico en el Fundo Ecológico Samaca. El FUNDO SAMACA, situado en el bajo río Ica entre Ocucaje y el mar, produce alimentos orgánicos de alta calidad sin efectos negativos al clima ni al ambiente.

DeltaVoltSAC (2014 p. 1), En vista de la excelente ubicación con alta radiación solar, se instaló un sistema fotovoltaico de 96kWp para mejorar y extender su sistema de riego. No existe una conexión a la red pública y la electricidad era producida por un solo aerogenerador de 7.5kW. El sistema solar reemplaza las motobombas de diésel y proporciona todo el fundo con electricidad. Esto incluye el sistema de osmosis inversa para el agua potable, diferente maquinaria para la producción, la administración y la luz común de las viviendas. Aquí se discuta otras opciones para el bombeo solar.

Las bombas, alimentadas por energía solar, transportan el agua a un reservorio que permite el riego por gravedad. Este almacenamiento del agua reduce eficientemente la necesidad de guardar energía en baterías. Con la disponibilidad en el reservorio, el riego es independiente de la corriente eléctrica generada en el momento. Ni algunos días de poca radiación, ni el mantenimiento o posibles reparaciones afectan el riego (DeltaVoltSAC, 2014 p. 1).

El sistema es capaz de una producción anual de 179,000kWh de energía con un ahorro potencial de más de 30,000 litros de diésel. Se evita 82 toneladas de dióxido de carbono.

Para Cerdán (2011 p. 10) En su tesis, Diseño de un Sistema de Bombeo Solar – Eólico para Consumo de Agua en Cabañas Ecoturísticas en la Pitaya, Veracruz, México nos dice: Que en la congregación de la pitahaya en el municipio de Coatepec, Veracruz, se cuenta con un terreno de que plantea utilizarse para construir con fines ecoturísticos. La propiedad no cuenta con suministro de agua ni de luz eléctrica. En las cercanías corre un arroyo del cual puede extraerse agua mediante un sistema de bombeo pero no se puede instalar una bomba eléctrica para realizar este trabajo debido a la falta de servicio de luz.

La solución planteada a esta problemática consiste en el diseño de un sistema de bombeo que funcione mediante energía solar y eólica con el cual se pueda trasladar del arroyo a la propiedad un volumen de agua suficiente para satisfacer las necesidades de los huéspedes así como las necesidades de riego de las áreas verdes (Cerdán, 2011 p. 10)

Para Arija (2010 p. 28) En su proyecto de fin de carrera, Prototipo de Sistema de Bombeo Fotovoltaico para Proyectos de Cooperación al Desarrollo con Tecnologías Apropriadas nos dice: Que para poder simular en nuestro laboratorio un sistema de bombeo FV hemos planteado una serie de hipótesis iniciales como base al cálculo de la instalación. La finalidad es poder aproximarnos a unas condiciones reales prefijadas para el posterior análisis de los resultados.

Los datos de partida son los siguientes.

- . El sistema abastecerá de agua potable a una aldea de 90habitantes.
- . La extracción de agua se hará mediante bomba sumergible.
- . Se prevé que el sondeo tendrá una profundidad máxima de 25 m (30m.c.a con las pérdidas y subida del agua a un tanque de almacenamiento).
- . La ubicación de la instalación será en el Municipio de Leganés (Comunidad de Madrid).

### **1.3.- Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 El sistema fotovoltaico**

“Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos y aparatos que transforman la energía solar en electricidad” (Bautista 2009 p. 16).

Un **sistema fotovoltaico aislado o autónomo** se trata de un sistema autoabastecido, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el módulo fotovoltaico. La corriente producida por el módulo fotovoltaico es corriente continua a un voltaje que generalmente es de 12V (Voltios), dependiendo de la configuración del sistema puede ser de 24V o 48V. (Piriz 2013 p. 12).

##### **1.3.1.1 Energía Solar Fotovoltaica.**

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que produce corriente continua por medio de semiconductores cuando estos son iluminados por un haz de fotones.

Mientras la luz incide sobre una célula solar, que es el nombre dado al elemento fotovoltaico individual, se genera potencia eléctrica; cuando la luz se extingue, la electricidad desaparece. (GRUPONAP, 2007 p. 23).

“La energía eléctrica producida se almacena en baterías, para que pueda ser utilizada en cualquier momento, y no sólo cuando está disponible la radiación solar” (Piriz 2013 p. 12).

Esta acumulación de energía debe estar dimensionada de forma que el sistema siga funcionando incluso en periodos largos de mal tiempo y cuando la radiación solar sea baja (por ejemplo, cuando un día sea nublado). De esta forma se asegura un suministro prácticamente continuo de energía. (Piriz, 2013 p. 12).

“La energía solar es una de las fuentes de la vida y el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas” (OSINERGMIN, 2013 p. 1)

Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad que consume toda la humanidad .De ahí que la radiación solar, recogida de forma adecuada con paneles solares, puede transformarse en otras formas de energía.

Mediante el empleo de colectores solares la energía solar puede transformarse en energía térmica. A su vez, con el empleo de paneles fotovoltaicos la energía luminosa puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos demandan tecnologías diferentes que no tienen nada que ver una con la otra. De mismo modo, en las centrales térmicas solares, la energía térmica captada por los colectores solares puede utilizarse para generar electricidad. (OSINERGMIN, 2013 p. 1).

#### **1.3.1.2 Efecto fotovoltaico.**

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica. (Orbegozo y Arivilca, 2010 p. 1).

#### **1.3.1.3 Mantenimiento del panel fotovoltaico.**

“Señala que antes de darle mantenimiento a nuestros paneles, debemos estar familiarizados con sus partes” (Bautista, 2009 p. 24)

Con el objetivo de tener un buen suministro de energía eléctrica sin interrupciones.

Recomendamos un chequeo mensual de los paneles, para ello, debemos desconectar el sistema, de modo que no existan riesgos.

Sugerimos también la asistencia del kamayoq tecnológico. (Bautista, 2009 p. 24).

#### **1.3.1.4 Mediciones de energía solar**

“Para determinar el tamaño de un sistema FV, usualmente no es necesario medir la radiación solar porque los valores promedios se conocen para muchos de los lugares sobre la Tierra” (Orbegozo y Arivilca, 2010 p. 15).

Los valores promedios pueden usarse y esto es suficientemente exacto para los estudios de factibilidad. Sólo se deben considerar mediciones in situ cuando se realizan estudios de factibilidad para sistemas muy grandes que demandan grandes inversiones. (Orbegozo y Arivilca, 2010 p. 15).

“El dimensionamiento del sistema FV consiste en determinar su capacidad para satisfacer la demanda de energía de los usuarios” (Orbegozo y Arivilca, 2010 p. 27).

En zonas rurales y aisladas, donde no existen sistemas auxiliares, el sistema FV debe poseer una alta confiabilidad. Debido a que un sistema es un conjunto de componentes, cada uno de ellos debe ser tan

confiable, que no ponga en peligro al sistema. El método de dimensionamiento se fundamenta en el balance de energía. (Orbegozo y Arivilca, 2010 p. 27).

### **1.3.2. Sistema de Bombeo.**

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos. (Blanco, Valverde y Fernandez, 1994 p. 1).

#### **1.3.2.1 Bombas.**

Las bombas son los elementos que aportan energía para vencer las pérdidas de carga y la diferencia de alturas entre dos lugares. Fuerzan al fluido a circular en un determinado sentido. Aunque se puede obligar a que el fluido atraviese una bomba en sentido contrario, esta situación es anómala. (Blanco, Valverde y Fernandez, 1994 p. 1).

“Las bombas comunes disponibles en el mercado han sido desarrolladas pensando en que hay una fuente de potencia constante” (Sanchez, 2009 p. 77)

Por otro lado, la potencia que producen los módulos FV es directamente proporcional a la disponibilidad de la radiación solar. Es decir, a medida que el sol cambia su posición durante el día, la potencia generada por los módulos varía y en consecuencia la potencia entregada a 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. (Sanchez, 2009 p. 77)

#### **1. 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” (Sanchez, 2009 p. 77).

Estas bombas pueden ser sumergibles o de superficie y son capaces de bombear el agua a 60 metros o más, dependiendo del número y tipo de impulsores. Están optimizadas para un rango estrecho de cargas dinámicas totales y la salida de agua se incrementa con su velocidad rotacional. (Sanchez, 2009 p. 77).

#### **2. Bombas volumétricas**

“Las bombas volumétricas o de desplazamiento positivo son adecuadas para el bombeo de bajos caudales y/o donde la profundidad es grande” (Sánchez, 2009 p. 79).

Algunas de estas bombas usan un cilindro y un pistón para mover paquetes de agua a través de una cámara sellada. Otras utilizan un pistón con diafragmas. Cada ciclo mueve una pequeña cantidad de líquido hacia arriba. El caudal es proporcional al volumen de agua. Esto se traduce a un funcionamiento eficiente en un amplio intervalo de cargas dinámicas. (Sánchez, 2009 p. 79).

### **1.3.2.2 Motores**

“La selección de un motor depende de la eficiencia, disponibilidad, confiabilidad y costos” (Sánchez, 2009 p. 83).

Comúnmente se usan dos tipos de motores en aplicaciones FV: De CC (de imán permanente y de bobina) y de corriente alterna CA. Debido a que los arreglos FV proporcionan potencia en CC, los motores de CC pueden conectarse directamente, mientras que los motores de CA deben incorporar un inversor CC-CA. Los requerimientos de potencia en watts pueden usarse como una guía general para la selección del motor. (Sánchez, 2009 p. 83).

#### **1. Los motores de CC**

“De imán permanente, aunque requieren reemplazo periódico de las escobillas, son sencillos y eficientes para cargas pequeñas” (Sanchez, 2009 p. 83).

Los motores de CC de campos bobinados (sin escobillas) se utilizan en aplicaciones de mayor capacidad y requieren de poco mantenimiento. Aunque son motores sin escobillas, el mecanismo electrónico que sustituye a las escobillas puede significar un gasto adicional y un riesgo de descompostura. (Sanchez, 2009 p. 83).

#### **1. Los motores de CA**

“Son más adecuados para cargas grandes en el rango de diez o más caballos de fuerza” (Sánchez, 2009 p. 83)

Éstos son más baratos que los motores CC, pero requieren de un inversor CCCA, que se agrega a los gastos iniciales y gastos potenciales de mantenimiento. Los sistemas de CA son ligeramente menos eficientes que los sistemas CC debido a las pérdidas de conversión. Los motores de CA pueden funcionar por muchos años con menos mantenimiento que los motores CC. (Sánchez, 009 p. 83).

#### **1.4. Formulación del problema.**

¿Cómo bombear agua para fines agrícolas a las parcelas del sector Cañavieja – caserío Tambería – Cajabamba - 2016?

#### **1.5. Justificación del estudio.**

**Metodológica.** Para la justificación metodológica se tendrá que tomar datos como la radiación solar por cada m<sup>2</sup>, la cantidad de agua que fluye por segundo en la zona para garantizar que el proyecto es viable y solucionar el problema de falta de agua en la época de estiaje y fomentando el uso de energía renovables como la solar.

**Práctica.** Con la propuesta de un suministro de energía eléctrica con paneles solares para un sistema de bombeo y todas las estrategias relacionadas en la investigación daremos solución a los problemas de regadío en terrenos productivos que en tiempo de estiaje no cuenta con agua.

**Tecnológica.** Implantación un sistema de bombeo con suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico que nos trae como beneficio: una producción en la agricultura durante todo el año y aprovechar terrenos que no son utilizados por falta de agua.

**Social.** Se aumentará el ingreso económico de las personas generando puestos de trabajo y aumentando la producción agrícola en la zona.

**Económica.** Generará mejores ingresos para los agricultores por hecho de producir en más área de cultivo y durante todo el año teniendo una mejor calidad del producto y con un mínimo gasto en mantenimiento del sistema.

**Ambiental.** El siguiente estudio de proyecto contribuyera con el apoyo al cuidado del medio ambiente como la flora, la fauna de la zona, por el mismo hecho de usar energía limpia y renovable como en la fotovoltaica.

#### **1.6. Hipótesis.**

Con el diseño del sistema fotovoltaico nos va a permitir bombear agua para fines agrícolas a las parcelas del sector Cañavieja – Tambería – Cajabamba, 2016

#### **1.7 Objetivos.**

### **1.7.1 General.**

Diseñar un sistema fotovoltaico para bombear agua con fines agrícolas a las parcelas del sector Cañavieja - Tambería – Cajabamba, 2016.

#### **1. Específicos.**

A.- Determinar el recurso hídrico con fines agrícolas para las parcelas seleccionadas y determinar la capacidad de almacenamiento del reservorio

B.- Determinar la radiación solar de la zona.

C.- Seleccionar equipos y materiales para el diseño del sistema fotovoltaico

D.- Determinar y evaluar económicamente el Presupuesto que involucra el Sistema de Bombeo Fotovoltaico.

## **II.- MÉTODO.**

### **2.1 Diseño de investigación**

El estudio de investigación se orienta hacia el tipo de investigación “no experimental”, no se manipulan las variables intencionalmente, sino se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, se ha seleccionado el método “Descriptivo” por describir la incidencia de las variables.

#### **2.1.1 Tipo de estudio.**

El tipo de investigación que realizamos mediante el presente estudio es de tipo APLICADO, porque los objetivos que se generan nos permiten solucionar problemas prácticos y de acuerdo a la técnica de contrastación es “descriptiva” porque se recoge los datos tal como ocurren en la realidad sin modificarlos, empleando el método de la observación.

**1. Variables, operacionalización.**

**1.1 Identificación de variables.**

**1. variables independientes.**

Diseño de un Sistema Fotovoltaico.

**2. variables dependientes**

Sistema de Bombeo de Agua con fines agrícolas.

### 2.2.2 Operacionalización.

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
<p>Diseño de un sistema fotovoltaico.</p>	<p>En su proyecto de fin de máster (tecnología de los sistemas de energía solar fotovoltaica) nos dice que, en términos generales, se define como un sistema fotovoltaico, al conjunto de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos utilizados, en el aprovechamiento de la energía solar disponible, para su transformación en energía eléctrica. (Raboso, 2013 p. 18).</p>	<p>Regulador de carga. Los reguladores de carga se encargan de la protección de los acumuladores de frente a sobrecargas y descargas profundas.</p> <p>Batería. Es un sistema de acumulación formado por un conjunto de baterías recargables dimensionadas de forma que garantizan la suficiente autonomía del sistema.</p> <p>Inversor. Es un dispositivo de potencia encargado de la transformación de la energía continua, producida por los módulos fotovoltaicos, en energía alterna para consumo.</p> <p>Elementos de protección del sistema. Todas las instalaciones deberán seguir las normas de protección de personas, dispuestas en el reglamento electrónico de baja tensión o legislaciones posteriores vigentes.</p>	<p>Panel solar, Baterías, Regulador de carga.</p>	<p>Ordinal</p>

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
<p>Sistema de bombeo de agua con fines agrícolas.</p>	<p>Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que facilita el transporte a través de tuberías y almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos. Blanco; Valverde; (Fernandez,1994 p. 1).</p>	<p><b>Las bombas</b> los que aportan la energía para vencer las pérdidas de carga y la diferencia de alturas entre dos puntos. Fuerzan al fluido a circular en un determinado sentido.</p> <p><b>Deposito ideal</b> es un elemento de acumulación de fluido cuya altura o energía permanece constante. Permitiendo extraer o introducir todo fluido que se requiera.</p>	<p>Motor, Bombas</p>	<p>Ordinal</p>

## **1. Población y muestra.**

### **1.1 Población.**

Conjunto de individuos que tienen las características (variables), que se quieren estudiar. Lozano (2010 p. 2).

Para el presente trabajo de investigación la Población está constituida por las parcelas del terreno sector Cañavieja a regar con este sistema que son en un número de 5.

### **1.2 Muestra.**

Y nuestra muestra que usaremos nosotros para el presente proyecto es probabilística porque cada elemento tiene la posibilidad de ser seleccionada como parte de la muestra y aleatoria o simple porque con todas las unidades que componen el universo y son conocidas y tienen igual posibilidad de ser seleccionadas en la muestra.

La muestra será igual a la población.

Subconjunto de la población de estudio y es el grupo de personas que realmente se estudian. Debe ser representativa de la población y para lograr esto, se tiene que tener bien definido los criterios de inclusión y exclusión, así como también realizar una buena técnica de muestreo (Lozano, 2010 p. 2).

### **1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

La selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos implica determinar por cuáles medios o procedimientos el investigador obtendrá la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación (Hurtado, 2000 p. 164).

#### **1.3.1 Técnicas.**

Las técnicas a utilizar para el siguiente proyecto son las de:

**Encuestas** es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz y para el siguiente proyecto lo aplicaremos por intermedio de la ficha de recolección de datos.

Señala que La **encuesta** es un procedimiento que permite explorar cuestiones que hacen a la subjetividad y al mismo tiempo obtener esa información de un número considerable de personas, así, por ejemplo:

Permite explorar la opinión pública y los valores vigentes de una sociedad, temas de significación científica y de importancia en las sociedades democráticas (Grasso, 2006 p. 13).

### **Entrevistas.**

Las entrevistas, se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales en el desarrollo de la misma y recoger conceptos u obtener mayor información sobre temas deseados.

Las entrevistas son elementos esenciales en la vida contemporánea, es comunicación primaria que contribuye a la construcción de la realidad, instrumento eficaz de gran precisión en la medida que se fundamenta en la interrelación humana. Proporciona un excelente instrumento heurístico para cambiar los enfoques prácticos, analíticos e interpretativos implícitos en todo proceso de comunicar (Galindo, 1998 p. 277).

### **1.3.2 Instrumentos.**

#### **Hoja de encuesta.**

La recolección de datos se realizará a los dueños de las parcelas y a personajes representativos del sector Cañavieja y contar con datos confiables y seguros para el desarrollo del proyecto.

Sabino (1996, pág. 25) Expone que un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información.

Y la ficha de datos a usar lo ubicamos en el anexo 1.

#### **Cuestionarios.**

Los cuestionarios serán formulados en base a las variables del proyecto y serán aplicados a los dueños de las parcelas y personajes representativos del sector para estar seguros de que son datos confiables.

Y el cuestionario a usar es el del anexo 2.

Las preguntas del cuestionario pueden ser estructuradas o semi-estructuradas, para ésta investigación se llevan a cabo éstas últimas para obtener información cualitativa (Hernández, 2003 p. 455).

### **1.3.3 Validez y confiabilidad.**

La validez es el grado en que un instrumento mide la variable, para dar validez lo que se está midiendo se procederá de la siguiente manera que los entrevistados y encuestados que serán los dueños las parcelas y personas representativas del sector. Y así alcanzar con éxito el desarrollo del proyecto.

La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto en diferentes oportunidades produce resultados iguales y también se puede aplicar una sola vez y se calculan todos los promedios de coeficientes de correlación y es cual nosotros vamos a utilizar en nuestro proyecto.

## **1.4 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.**

La recolección de datos y ciertos análisis preliminares pueden revelar problemas y dificultades que des actualizarán la planificación inicial del análisis de los datos. A Sin embargo es importante planificar los principales aspectos del plan de análisis en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas ya que estas definiciones condicionarán a su vez la fase de recolección de datos.

El método de análisis de datos es descriptivo por describir el comportamiento de una variable en una población. Cuya finalidad es agrupar y representar la información de forma ordenada, de tal manera que nos permita identificar rápidamente aspectos característicos del comportamiento de los datos.

## **1.5 Aspectos éticos.**

En el presente proyecto de investigación se consideraron aspectos éticos como el respeto a la propiedad intelectual, la información se está citando con el autor y página de libro para respetar la propiedad intelectual y el respeto a la información intelectual.

También se está protegiendo la identidad de los pobladores involucrado en el siguiente estudio utilizando la ficha de recolección de datos para no herir susceptibilidad, respetando privacidad y protegiendo su identidad.

### **3. RESULTADOS.**

**A.- Determinar el recurso hídrico con fines agrícolas para las parcelas seleccionadas y determinar la capacidad de almacenamiento del reservorio.**

#### **1. Recurso Hídrico:**

1. Parcela 1 del señor Fredy Castañeda.

Área: 19266 m<sup>2</sup>

2. Parcela 2 del señor Emigdio Castañeda.

Área: 12652 m<sup>2</sup>

3. Parcela 3 del señor Carlos Vigo.

Área: 9375 m<sup>2</sup>

4. Parcela 4 del señor Rolando Silva.

Área: 4828 m<sup>2</sup>

5. Parcela 5 del señor Nilmer Castañeda.

Área: 9396 m<sup>2</sup>

Se verifica la parcela y n° hectáreas en encuestas adjuntas anexo 02

Se verifica el cálculo para determinar la cantidad de agua por parcela al año en anexo 03

#### **6. Capacidad del reservorio.**

Si es necesario bombear 94909.44 L/día por lo tanto la capacidad del reservorio en metros cúbicos debe de ser la tercera parte porque el regado se realizará cada 3 días (X).

1000 Litros = 1 m<sup>3</sup>.

94909.44 Litros/3 Días = X

$$X = 94909.44L * 1 \text{ m}^3/1000L * 3D$$

$$X = 31.63648 \text{ m}^3$$

**B.- Determinar la radiación solar de la zona.**

La irradiación al sur de Cajamarca en el mes de febrero que es la más baja durante el año es de 5.0 a 5.5 kwh/m<sup>2</sup> el cual es óptimo para el funcionamiento de nuestro sistema de bombeo.

Respecto a la Irradiancia constante (I) para Perú es de 1Kw/m<sup>2</sup>, según el Reglamento Técnico Especificaciones y procedimientos de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural del MEM-DGE. (Ver anexo 04)

**C.- Seleccionar equipos y materiales para el diseño del sistema fotovoltaico**

El cálculo de los equipos seleccionados se verifica en el anexo 05:

**Selección de Electrobomba:**

Modelo	POTENCIA		Q(m <sup>3</sup> /h)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3	3.3
	KW	HP	Q(l/min)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	55
4SR10Gm/5	0.37	0.1	H(metros)	67	65	63	61	58	54	50	40	27	18

**Selección del Banco de Baterías:**

Necesitaremos una batería que pueda almacenar como mínimo 148.49 A-h, para esto tenemos la batería marca RITAR, modelo RA12-150 (12V 150 A-H), la cual cumple con los datos tomados para nuestro calculo.

### **Selección del Número de Paneles Solares:**

Utilizaremos paneles solares de la marca SOLARLAND, modelo SLP120S-12U, el cual tiene una potencia de 120W.

Necesitaremos 1 panel de la marca SOLARLAND, modelo SLP120-12U.

### **Selección del Regulador de Carga:**

Seleccionamos un regulador que cumpla con:

$$I_{max} = 7,72A$$

### **Selección del Inversor:**

Según el código Nacional de Electricidad – Utilización – Tablas. Tenemos lo siguiente:

Esto nos quiere decir que el inversor que elijamos no solo debe estar preparados para la In que es de 2A, este debe estar preparado para la corriente a plena carga que según el CNE, para un motor monofásico de 1.0 HP es de 8 A.

### **Inclinación Solar:**

Teniendo en cuenta la coordenada de latitud de la zona bajo estudio, 6°26'09.38'' Latitud Sur, es decir, 6.435939°. El valor promedio de desviación del sol, declinación ( $\delta$ ) para un año es de 1.4301°. Y de la siguiente ecuación se obtiene que el ángulo de inclinación:

$$\theta_z = \phi - \delta$$

$$\theta_z = 6.435939^\circ - (-1.4301^\circ)$$

$$\theta_z = 7.866^\circ$$

Sin embargo, para ángulos menores de 10°, es recomendada una inclinación mínima de 10°, con el fin de evitar estancamiento de agua.

**D.- Determinar y evaluar económicamente el Presupuesto que involucra el Sistema de Bombeo Fotovoltaico.**

El cálculo del presupuesto para el diseño del siguiente sistema se verifica en el anexo 06:

**3.1 DISCUSION.**

**Presupuesto Total de Sistema de Bombeo Fotovoltaico**

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	PRESUPUESTO DE BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO MODELO 4SR10G	GLB	1	2,500.00	2,500.00
2	PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	GLB	1	4,251.00	4,251.00
3	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	7,500.00	7,500.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO S/.</b>					<b>14,251.00</b>

La electricidad es una fuente de energía moderna que puede ser utilizada para iluminación de los ambientes de viviendas, transformación de productos, funcionamiento de sistemas de comunicaciones, incremento de la producción agrícola, extracción minera, etc. Además, la electricidad permite extender las horas de trabajo diarias gracias a la iluminación, ahorrar esfuerzos y disminuir los tiempos de ejecución de actividades.

El sistema fotovoltaico domiciliario permite aprovechar la energía solar, transformarla en energía eléctrica, almacenarla y brindarla según sea el uso específico de una vivienda en la zona rural.

Este aprovechamiento de la energía solar asegura el acceso a la electricidad permitiendo el uso de equipos de iluminación, artefactos electrodomésticos y/o pequeños motores, según sea la necesidad. Pero la adecuada implementación del sistema fotovoltaico, exige un adecuado conocimiento del funcionamiento de los distintos componentes que forman tal sistema.

Por tanto, este documento busca brindar los conocimientos básicos para la instalación de un sistema fotovoltaico domiciliario.

Es por la cual que no se refuta la actuación con los diferentes proyectos Tanto en el mundo como en el Perú, teniendo una de las energías que ha logrado un mayor desarrollo, es la energía solar. En el Perú se cuenta con las condiciones climatológicas ideales para la generación de energía eléctrica a través del recurso solar, es por ello que se ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de nuevos proyectos que utilicen esta tecnología.

Para Auccacusi (2014 p. 1) En su tesis “Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo” la cual una de la iniciativa individual que está empeñada en mejorar la calidad de vida de la población rural presentando una solución a la problemática de falta de agua para riego en una zona específica del Perú, analizando su geografía, clima, fuentes hídricas y racionalidad de la población, en tal sentido se está de acuerdo con lo descrito debido a que queda demostrado que resolviendo la problemática de agua para riego en las diferentes zonas rurales esta solo tiene un fin el de mejorar la calidad de vida de la población dedicada a esta actividad agrícola.

La solución planteada a esta problemática consiste en el diseño de un sistema de bombeo que funcione mediante energía solar con el cual se pueda trasladar del arroyo a la propiedad un volumen de agua suficiente para satisfacer las necesidades de los agricultores, así como las necesidades de riego de las áreas a trabajar la se coincide con el fin y el propósito que tiene Cerdán (2011 p. 10), en su trabajo de investigación.

Para Arija (2010 p. 28) En su proyecto de fin de carrera, Prototipo de Sistema de Bombeo Fotovoltaico para Proyectos de Cooperación al Desarrollo con Tecnologías Apropriadas nos dice: Que para poder simular en nuestro laboratorio un sistema de bombeo FV hemos planteado una serie de hipótesis iniciales como base al cálculo de la instalación. La finalidad es poder aproximarnos a unas condiciones reales prefijadas para el posterior análisis de los resultados.

### **3.2 CONCLUSIONES.**

1. Se concluye que el Recurso Hídrico se establecerá para las siguientes parcelas:

Parcela 1 del señor Fredy Castañeda con un área de 19266 m<sup>2</sup>

Parcela 2 del señor Emigdio Castañeda con un área de 12652 m<sup>2</sup>

Parcela 3 del señor Carlos Vigo con un área de 9375 m<sup>2</sup>

Parcela 4 del señor Rolando Silva con un área de 4828 m<sup>2</sup>

Parcela 5 del señor Nilmer Castañeda con un área de 9396 m<sup>2</sup>

Y que la Capacidad del reservorio seria de 31.63648 m<sup>3</sup>.

1. Se concluye que la irradiación al sur de Cajamarca en el mes de febrero que es la más baja durante el año es de 5.0 a 5.5 kwh/m<sup>2</sup> el cual es óptimo para el funcionamiento de nuestro sistema de bombeo, Respecto a la Irradiancia constante (I) para Perú es de 1Kw/m<sup>2</sup>, según el Reglamento Técnico Especificaciones y procedimientos de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural del MEM-DGE.
1. Los equipos que conforman el Sistema Fovoltaiico, se encuentran en el mercado nacional, estos son: Modulo Fovoltaiico SOLARLAND modelo SLP120-12U, Controlador Solar PHOCOS modelo CML08, Batería RITAR modelo RA12-150, Inversor Sinusoidal 12VCD/220VAC 500W-ENERGIT.
2. Al realizar la evaluación económica para implementar el proyecto obtenemos una estructura de costo total que asciende a S/. 14,251.00 Soles.

**Presupuesto Total de Sistema de Bombeo Fovoltaiico**

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	PRESUPUESTO DE BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO MODELO 4SR10G	GLB	1	2,500.00	2,500.00
2	PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	GLB	1	4,251.00	4,251.00
3	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	7,500.00	7,500.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO S/.</b>					<b>14,251.00</b>

### 3.3 RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda, Realizar la limpieza debida al módulo Fotovoltaico, para evitar que la capa de suciedad formada debido a la no limpieza del mismo capte de manera ineficiente la radiación.
2. Se recomienda implementar el sistema de bombeo fotovoltaico a pequeñas localidades aisladas que no cuentan con el suministro eléctrico para poder bombear el agua para su uso detallado según sus requerimientos.
3. No forzar a los equipos a cumplir funciones a las que no han sido diseñados, por ejemplo conectar equipos de potencia mayor a las que soporta el inversor, lo cual produciría que este se dañe.
4. El sistema está diseñado para que trabaje una hora al día, por lo que recomienda cumplir el horario de trabajo, ya que si lo utiliza por más tiempo al siguiente día no podrá trabajar la hora completa según el diseño.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **ARIJA, David.** Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas. universidad carlos III de madrid escuela politécnica superior . leganés : s.n., 2010. pp.150.
2. **AUCCACUSI, Dany.** Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo en Muskarumi - Pucyura - Cusco usando fuentes renovables de energía. Cusco : s.n., 2014. pp. 113.
3. **AUCCACUSI, Jorge.** Analisis técnico y economico para la selección del equipo de bombeo. 2014. pp. 37.
4. **BAUTISTA, José.** Sistema fotovoltaico. cajamarca : s.n., 2009. pp. 100.

5. **BAUTISTA, Juvenal.** Soluciones Prácticas. Lima : s.n., 2009. pp. 34.
6. **BLANCO, Eduardo, VALVERDE, Sandra y FERNANDEZ, Juaquin.** Sistema de Bombeo. 1994. pp. 217.
7. **CERDÁN, María.** Diseño de un Sistema de Bombeo Solar - Eólico para Consumo de Agua en Cabañas Ecoturísticas en la Pitaya, Veracruz, Mexico. Universidad Internacional de Andalucía. Mexico : s.n., 2011. pp. 123.
8. **DeltaVoltSAC.** Sistema Solar Fotovoltaico en Fundo Ecológico Samaca. Ica : s.n., 2014. pp. 1.
9. **PINZAS, teobaldo.** experiencias con energias renovables en peru. 21 de 01 de 2014, pp. 1.
10. **GALINDO.** Las Entrevistas. 1998.
11. **GAMIO, Pedro.** matriz energetica y energias renovables. lima, friedrich ebert stiftung. 2010. pp. 35, informe tecnico.
12. **GRASSO.** La Encuesta. 2006.
13. **GRUPONAP.** Energía Solar Fotovoltaica. Madrid : s.n., 2007. pp. 103.
14. **HERNANDEZ.** Cuestionario. 2003. pp. 455.
15. **HURTADO.** Técnicas e Instrumentos. 2000.
16. **ImpactMatters.** De las Velas a la Luz Eléctrica. Cajamarca : s.n., 2014. pp. 4.
17. **LOZANO, Glenn.** Tema Población y Muestra. 2010. pp. 21.
18. **Matters, Impact.** De las velas a la luz eléctrica. 2014.
19. **ORBEGOZO, Carlos; ARIVILCA, Roberto.** Energia Solar Fotovoltaica. 2010. pp. 49.
20. **OSINERGMIN.** Introducción a la Energías Renovables. Perú : s.n., 2013. pp. 1.
21. **PIRIZ, Imanol.** Energía Solar Térmica y Fotovoltaica Aisladas para Pequeñas Comunidades. Perú : s.n., 2013. pp. 80.
22. **RABOSO, Antonio.** Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Alimentar una Potabilizadora Desalinizadora Autonoma. Universidad Internacional de Andalucía : s.n., 2013. pp. 116.
23. **SABINO.** Ficha de Recolección de Datos. 1996.
24. **SANCHEZ, Arón.** Sistemas Fotovoltaicos, Iluminación y Bombeo. 2009. pp. 97.

# **ANEXOS**

Anexo 01: Ficha de Recolección de Datos



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Fecha 15/01/16

Ficha 01

Localidad Caña Vieja Caserío Tamberia Distrito Cachabuta

Provincia Cajabamba

I. Filiación.

Apellidos y Nombres Castañeda Roncal Fredy E Edad 62

Sexo M Ocupación Agricultor Estado Civil Conyugate DNI 87913315

II. Nivel de estudios.

Primaria..... Secundaria  Técnico..... Universitario.....

III. Servicios básicos.

Casa propia SI  NO ....

Agua potable SI  NO ....

Desagüe SI .... NO

Luz SI  NO ....

IV. Referencias de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua con fines agrícolas.

- Conoces un panel solar SI  NO ....
- Conoces un regulador de tensión SI .... NO
- Conoces un motor fotovoltaico SI .... NO
- Conoces una bomba fotovoltaica SI .... NO
- Conoces un reservorio SI  NO ....
- Otros.....

Anexo 01: Ficha de Recolección de Datos



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELÉCTRICA

Fecha 15/10/16

Ficha 009

Localidad Cañavieja Caserio Tambora Distrito Cachachi

Provincia Cajabamba

I. Filiación.

Apellidos y Nombres Castañeda Roncal Enigdio Edad 65

Sexo M Ocupación Agricultor Estado Civil Conviniente DNI 26955879

II. Nivel de estudios.

Primaria..... Secundaria  Técnico..... Universitario.....

III. Servicios básicos.

Casa propia SI  NO .....

Agua potable SI  NO .....

Desagüe SI ..... NO

Luz SI ..... NO

IV. Referencias de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua con fines agrícolas.

- Conoces un panel solar SI  NO .....
- Conoces un regulador de tensión SI ..... NO
- Conoces un motor fotovoltaico SI ..... NO
- Conoces una bomba fotovoltaica SI ..... NO
- Conoces un reservorio SI  NO .....
- Otros.....

Anexo 01: Ficha de Recolección de Datos



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Fecha 11/01/16

Ficha 03

Localidad Cañavieja..... Caserío Tamberia..... Distrito Cañavieja.....

Provincia Cajabamba.....

I. Filiación.

Apellidos y Nombres Vigo Vargas Carlos..... Edad.....

Sexo M..... Ocupación Agricultor..... Estado Civil Convierte..... DNI.....

II. Nivel de estudios.

Primaria...... Secundaria..... Técnico..... Universitario.....

III. Servicios básicos.

Casa propia SI  NO ....

Agua potable SI  NO ....

Desagüe SI .... NO .

Luz SI .... NO .

IV. Referencias de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua con fines agrícolas.

- Conoces un panel solar SI  NO ....

- Conoces un regulador de tensión SI .... NO .

- Conoces un motor fotovoltaico SI .... NO .

- Conoces una bomba fotovoltaica SI .... NO .

- Conoces un reservorio SI  NO ....

- Otros.....

Anexo 01: Ficha de Recolección de Datos



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Fecha 15/01/16

Ficha 01

Localidad Cañavieja Caserío Tomberia Distrito Cachachi

Provincia Cayabamba

I. Filiación.

Apellidos y Nombres Silva Vargas Rolando Edad .....

Sexo M Ocupación Agricultor Estado Civil Conviniente DNI .....

II. Nivel de estudios.

Primaria  Secundaria..... Técnico..... Universitario.....

III. Servicios básicos.

Casa propia SI  NO ....

Agua potable SI  NO ....

Desagüe SI .... NO

Luz SI  NO ....

IV. Referencias de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua con fines agrícolas.

- Conoces un panel solar SI  NO ....

- Conoces un regulador de tensión SI .... NO

- Conoces un motor fotovoltaico SI .... NO

- Conoces una bomba fotovoltaica SI .... NO

- Conoces un reservorio SI  NO ....

- Otros.....

Anexo 01: Ficha de Recolección de Datos



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Fecha 15/01/16

Ficha 05

Localidad Cañaviega..... Caserío Tamborá..... Distrito Cachachi.....

Provincia Cajabamba.....

I. Filiación.

Apellidos y Nombres Castañeda Raico Nilmer F. Edad 27

Sexo M..... Ocupación Agricultor..... Estado Civil Soltero..... DNI 45713273

II. Nivel de estudios.

Primaria..... Secundaria..... Técnico..... Universitario X

III. Servicios básicos.

Casa propia SI .... NO X

Agua potable SI X. NO ....

Desagüe SI .... NO X

Luz SI X. NO ....

IV. Referencias de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua con fines agrícolas.

- Conoces un panel solar SI X. NO ....

- Conoces un regulador de tensión SI X. NO ....

- Conoces un motor fotovoltaico SI .... NO X

- Conoces una bomba fotovoltaica SI .... NO X

- Conoces un reservorio SI X. NO ....

- Otros.....

Anexo 02: Formato de Cuestionario.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

Fecha 15/11/16

Localidad Caba Vieja..... Caserio Temberia..... Distrito Caba Vieja.....

Provincia Cajabamba.....

Propietario: Fredy E. Castañeda Roncal

1.- ¿Qué área tiene su parcela agrícola?

19266 m<sup>2</sup>

2.- ¿Qué es un sistema fotovoltaico?

Es un conjunto de elementos que sirven para transformar la irradiación solar en energía eléctrica

3.- ¿Has oído hablar de los paneles solares?

Si son los que captan la radiación solar para dar luz a las casas

4.- ¿Qué es una batería?

Es el que acumula la energía eléctrica

5.- ¿Qué función cumplen las baterías en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Almacenar la energía para ser usado por las noches en las casas

6.- ¿Cómo funciona un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Funciona con la energía proporcionada por el sol

7.- ¿Qué aplicaciones tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Para alumbrado de las casas.

8.- ¿Qué ventajas y desventajas tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

- La ventaja es que nos da energía eléctrica para zonas donde no llega la luz
- Es un poco costosa

9.- ¿Qué es una bomba?

Sirve para bombear agua a lugares donde no se cuenta con agua

10.- ¿Qué función tiene la bomba en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

Tiene como función de trasladar el agua de un lugar a otro por medio de una fuerza

11.- ¿Cuánto cuesta un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

Unos 20000 Soles. aprox.

12.- ¿Qué es un motor?

Es un equipo que funciona con electricidad



Anexo 02: Formato de Cuestionario.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

Fecha: del 16

Localidad: Cañanaja Caserio: Tambores Distrito: Cathachi

Provincia: Cajabamba

Propietario: Emigdio Castañeda Poncal

1.- ¿Qué área tiene su parcela agrícola?

12652 m<sup>2</sup>

2.- ¿Qué es un sistema fotovoltaico?

Conjunto de paneles

3.- ¿Has oído hablar de los paneles solares?

Si Transforma la irradiación solar en energía eléctrica

4.- ¿Qué es una batería?

Es un acumulador de energía eléctrica

5.- ¿Qué función cumplen las baterías en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Guardar energía eléctrica para proporcionar luz para las casas

6.- ¿Cómo funciona un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Bombea agua desde un lugar a otro con energía eléctrica por paneles solares

7.- ¿Qué aplicaciones tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

En la agricultura  
Sistemas de agua potable

8.- ¿Qué ventajas y desventajas tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

- Nos permite trasladar agua a lugares donde no se cuenta con agua
- Es un poco costoso

9.- ¿Qué es una bomba?

Equipo que impulsa agua de un lugar a otro

10.- ¿Qué función tiene la bomba en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

La función de la bomba es impulsar o extraer agua de un lugar a otro

11.- ¿Cuánto cuesta un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

21000 soles a 25000 soles

12.- ¿Qué es un motor?

Equipo eléctrico que hace funcionar la bomba

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'C. Castañeda', with a horizontal line underneath.

Anexo 02: Formato de Cuestionario.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

Fecha 6/10/16

Localidad Cañaviza..... Caserío Tambovia..... Distrito Cochachi.....

Provincia Cajabamba.....

Propietario: Carlos Vigo Vargas

1.- ¿Qué área tiene su parcela agrícola?

9375 m<sup>2</sup>

2.- ¿Qué es un sistema fotovoltaico?

Es el que produce energía eléctrica ~~mezcl~~ con los rayos del sol

3.- ¿Has oído hablar de los paneles solares?

Si

4.- ¿Qué es una batería?

Es lo que acumula energía eléctrica

5.- ¿Qué función cumplen las baterías en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

La función que cumplen es guardar la energía eléctrica para ser usada en las casas

6.- ¿Cómo funciona un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

No sabe

7.- ¿Qué aplicaciones tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

En la agricultura

8.- ¿Qué ventajas y desventajas tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

La ventaja es que puede alimentar de agua en zonas que no llega el agua

9.- ¿Qué es una bomba?

Máquina que sirve para extraer agua

10.- ¿Qué función tiene la bomba en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

La función de la bomba es impulsar el agua de un lugar a otro

11.- ¿Cuánto cuesta un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

No sabe

12.- ¿Qué es un motor?

Es el que hace funcionar la bomba

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Rojas', is written over a large, faint circular stamp or watermark.

Anexo 02: Formato de Cuestionario.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA

ELECTRICA

Fecha 13/01/16

Localidad Cenaya Caserío Tambora Distrito Cachochi

Provincia Cajabamba

Propietario: Rolando Silva Vargas

1.- ¿Qué área tiene su parcela agrícola?

4828 m<sup>2</sup>

2.- ¿Qué es un sistema fotovoltaico?

NO sabe

3.- ¿Has oído hablar de los paneles solares?

Si sirven para dar luz a las casas

4.- ¿Qué es una batería?

Acumulador de energía eléctrica

5.- ¿Qué función cumplen las baterías en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Acumular la energía eléctrica para ser usada por las noches o cuando no haya Sol

6.- ¿Cómo funciona un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

No sabe

7.- ¿Qué aplicaciones tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

En la agricultura.

8.- ¿Qué ventajas y desventajas tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

Trasladar el agua para ser usada en Zonas Secas

Es muy costoso

9.- ¿Qué es una bomba?

Equipo que impulsa el agua

10.- ¿Qué función tiene la bomba en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

Trasladar el agua de un lugar a otro

11.- ¿Cuánto cuesta un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

30000 soles

12.- ¿Qué es un motor?

Equipo eléctrico que hace funcionar la bomba.



Anexo 02: Formato de Cuestionario.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

ELECTRICA

Fecha 5/10/16

Localidad Cañavieja Caserío Tamborera Distrito Cachachi

Provincia Cajabamba

Propietario: Nilmer F Castañeda Rayco

1.- ¿Qué área tiene su parcela agrícola?

9396 m<sup>2</sup>

2.- ¿Qué es un sistema fotovoltaico?

Conjunto de paneles fotovoltaicos que cumplen la función de producir energía

3.- ¿Has oído hablar de los paneles solares?

Si son utilizados para transformar la irradiación solar en energía eléctrica

4.- ¿Qué es una batería?

Aparato electromagnético capaz de acumular energía eléctrica para luego ser distribuida

5.- ¿Qué función cumplen las baterías en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Su función principal es de acumular energía eléctrica para ser usados en los momentos que no se cuenta con Sol

6.- ¿Cómo funciona un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Para que funcione un sistema de bombeo tiene que conectarse a la energía eléctrica proporcionada por el sistema fotovoltaico

7.- ¿Qué aplicaciones tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaico?

Proporciona energía eléctrica,

Se aplica para bombeo de agua para riego, bombeo de agua en casas, bombeo de agua para ganadería, etc

8.- ¿Qué ventajas y desventajas tiene un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

- La principal ventaja es que proporciona agua a zonas secas o áreas que no cuenta con agua
- Es un poco costosa.

9.- ¿Qué es una bomba?

Es un equipo diseñado para bombear agua

10.- ¿Qué función tiene la bomba en un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

Su función de la bomba es impulsar el agua de una zona baja a otras más altas para ser usada en casas, agricultura

11.- ¿Cuánto cuesta un sistema de bombeo con energía solar fotovoltaica?

18000 Soles

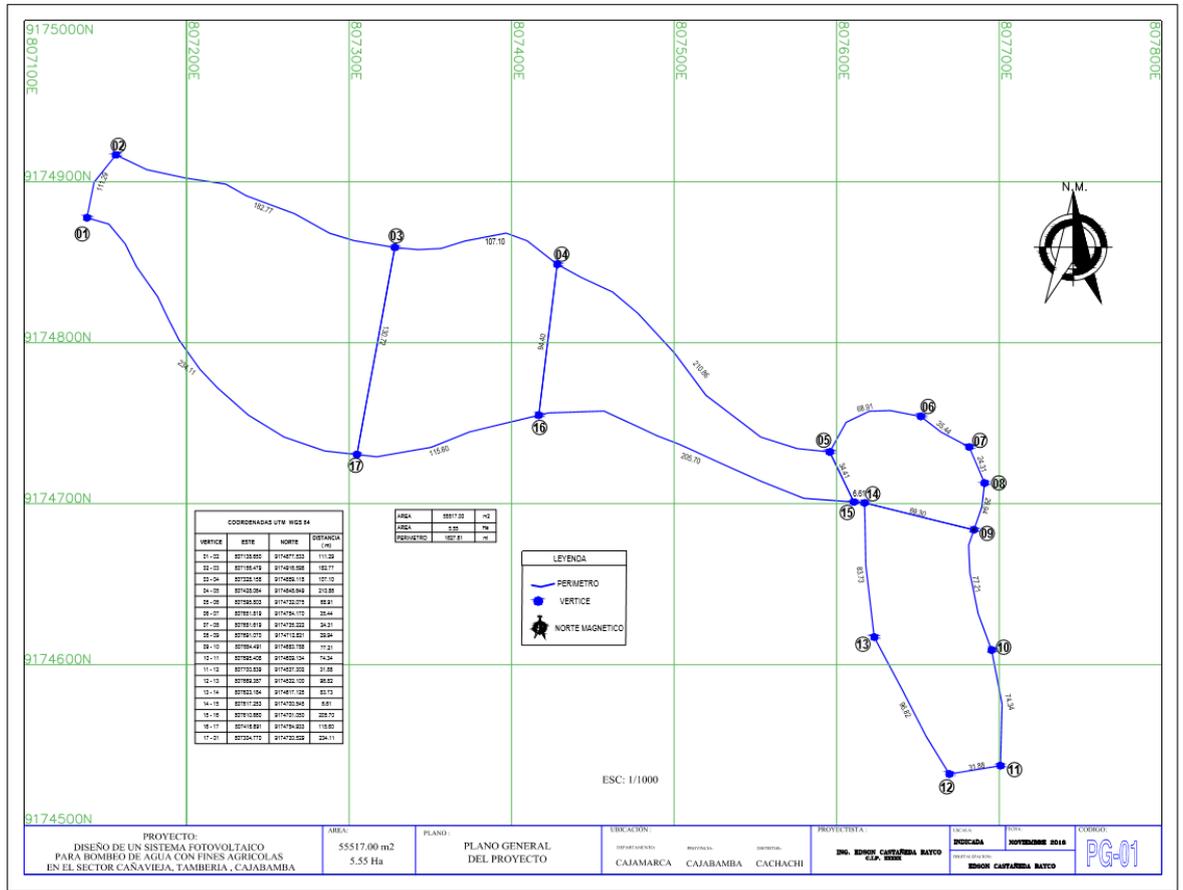
12.- ¿Qué es un motor?

Es un equipo que transforma la energía eléctrica que recibe en energía mecánica y es aprovechada en la industria

*Nilmer*

# ANEXO 02

## PLANOS DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO

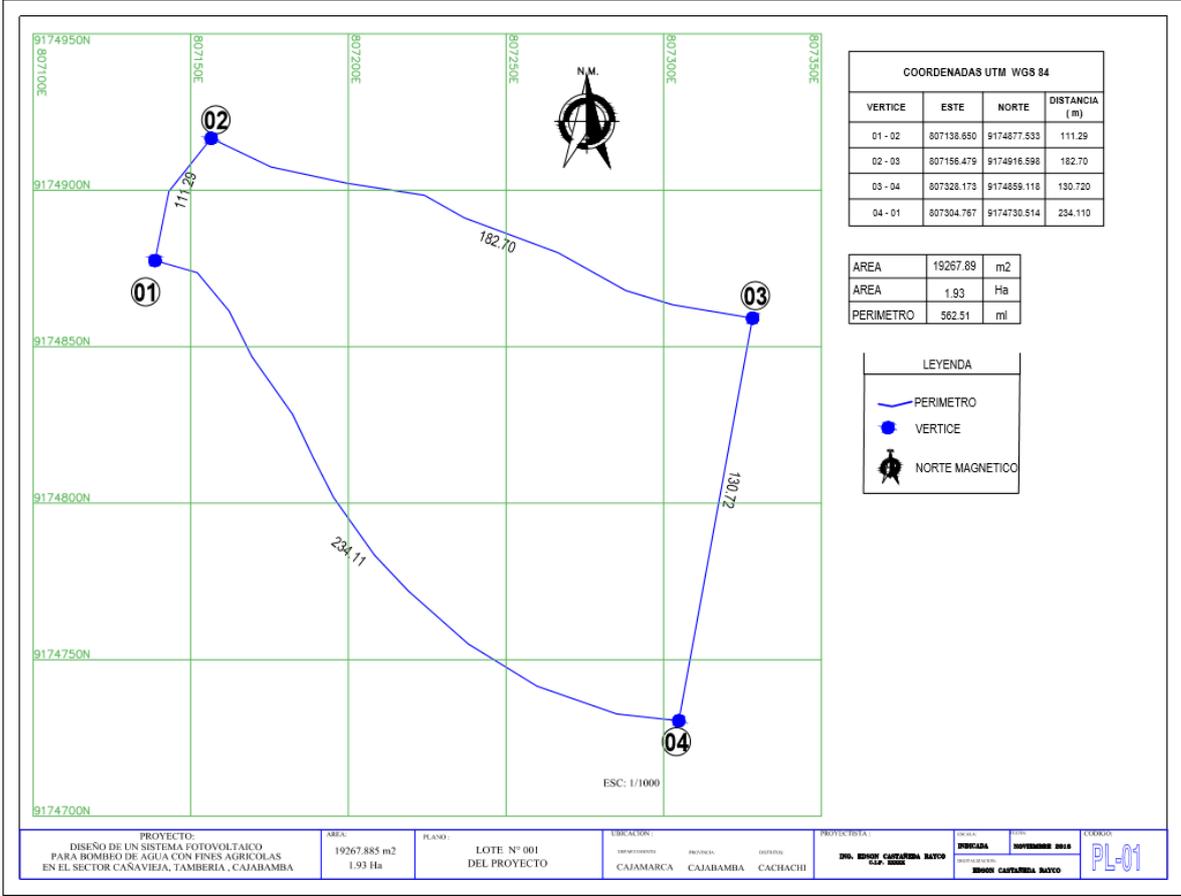


**01. LOTE TOTAL**

<b>COORDENADAS UTM WGS 84</b>			
<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DISTANCIA ( m)</b>
01 - 02	807138.650	9174877.533	111.29
02 - 03	807156.479	9174916.598	182.77
03 - 04	807328.158	9174859.118	107.10
04 - 05	807428.064	9174848.649	210.86
05 - 06	807595.803	9174732.075	68.91
06 - 07	807651.819	9174754.170	35.44
07 - 08	807681.619	9174735.222	24.31
08 - 09	807691.070	9174712.821	29.94
09 - 10	807684.491	9174683.788	77.21
10 - 11	807695.408	9174609.134	74.34
11 - 12	807700.839	9174537.302	31.88
12 - 13	807669.387	9174532.100	96.82
13 - 14	807623.184	9174617.125	83.73
14 - 15	807617.253	9174700.545	6.61
15 - 16	807610.660	9174701.050	205.70
16 - 17	807416.691	9174754.933	115.60
17 - 01	807304.770	9174730.529	234.11

AREA	55517.00	m2
AREA	5.55	Ha
PERIMETRO	1627.61	ml

1696.64



COORDENADAS UTM WGS 84			
VERTICE	ESTE	NORTE	DISTANCIA (m)
01 - 02	807198.650	9174877.533	111.29
02 - 03	807196.479	9174916.998	182.70
03 - 04	807328.173	9174859.116	130.720
04 - 01	807304.767	9174730.514	234.110

AREA	19267.69	m <sup>2</sup>
AREA	1.93	Ha
PERIMETRO	562.51	ml

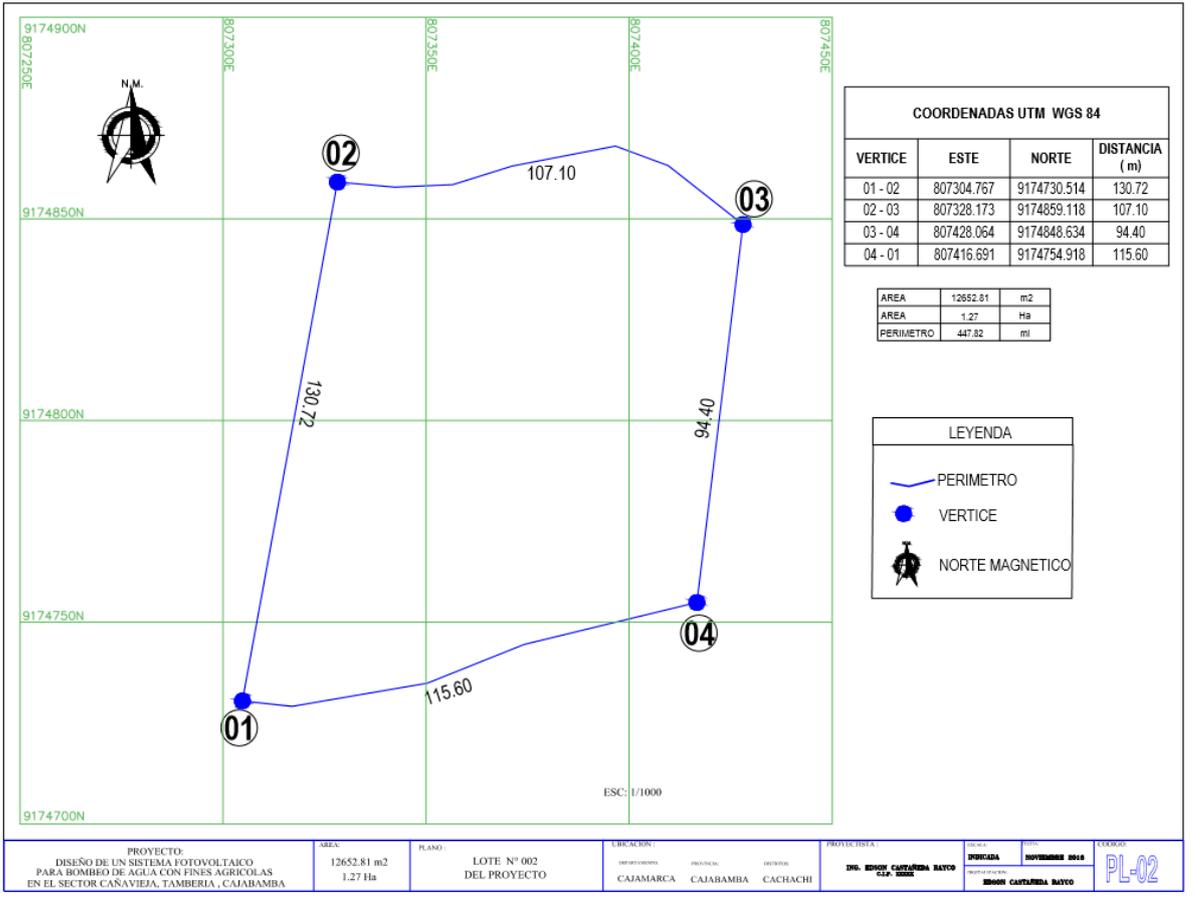
LEYENDA	
	PERIMETRO
	VERTICE
	NORTE MAGNETICO

<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON FINES AGRICOLAS EN EL SECTOR CAÑAVEJIA, TAMBERIA, CAJABAMBA	<b>AREA:</b> 19267.885 m <sup>2</sup> 1.93 Ha	<b>PLANO:</b> LOTE N° 001 DEL PROYECTO	<b>UBICACION:</b> DEPARTAMENTO: CAJAMARCA PROVINCIA: CAJABAMBA DISTRITO: CACHACHI	<b>PROYECTISTA:</b> ING. EDSON CASTAÑEDA BAYCO C.S.P. 2008	<b>FECHA:</b> DIBUJADA: NOVIEMBRE 2018 DISTRIBUIDA:	<b>CODIGO:</b> PL-01
---	---	---	--	---	---	-------------------------

**01. LOTE**

<b>COORDENADAS UTM WGS 84</b>			
<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DISTANCIA ( m)</b>
01 - 02	807138.650	9174877.533	111.29
02 - 03	807156.479	9174916.598	182.70
03 - 04	807328.173	9174859.118	34.41
04 - 01	807304.767	9174730.514	234.11

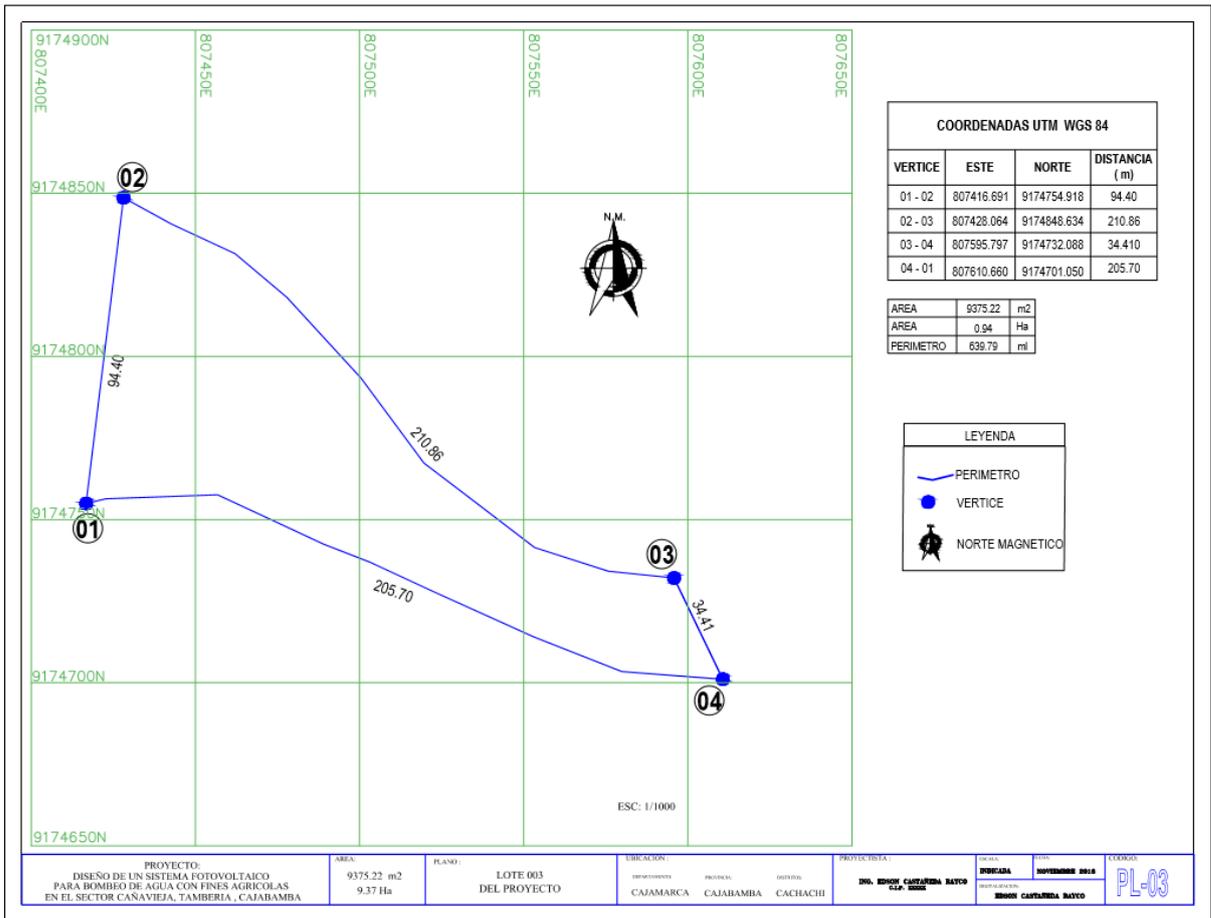
AREA	19267.89	m2
AREA	1.93	Ha
PERIMETRO	562.51	ml



**02. LOTE**

<b>COORDENADAS UTM WGS 84</b>			
<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DISTANCIA ( m)</b>
01 - 02	807304.767	9174730.514	130.72
02 - 03	807328.173	9174859.118	107.10
03 - 04	807428.064	9174848.634	94.40
04 - 01	807416.691	9174754.918	115.60

AREA	12652.81	m2
AREA	1.27	Ha
PERIMETRO	447.82	ml

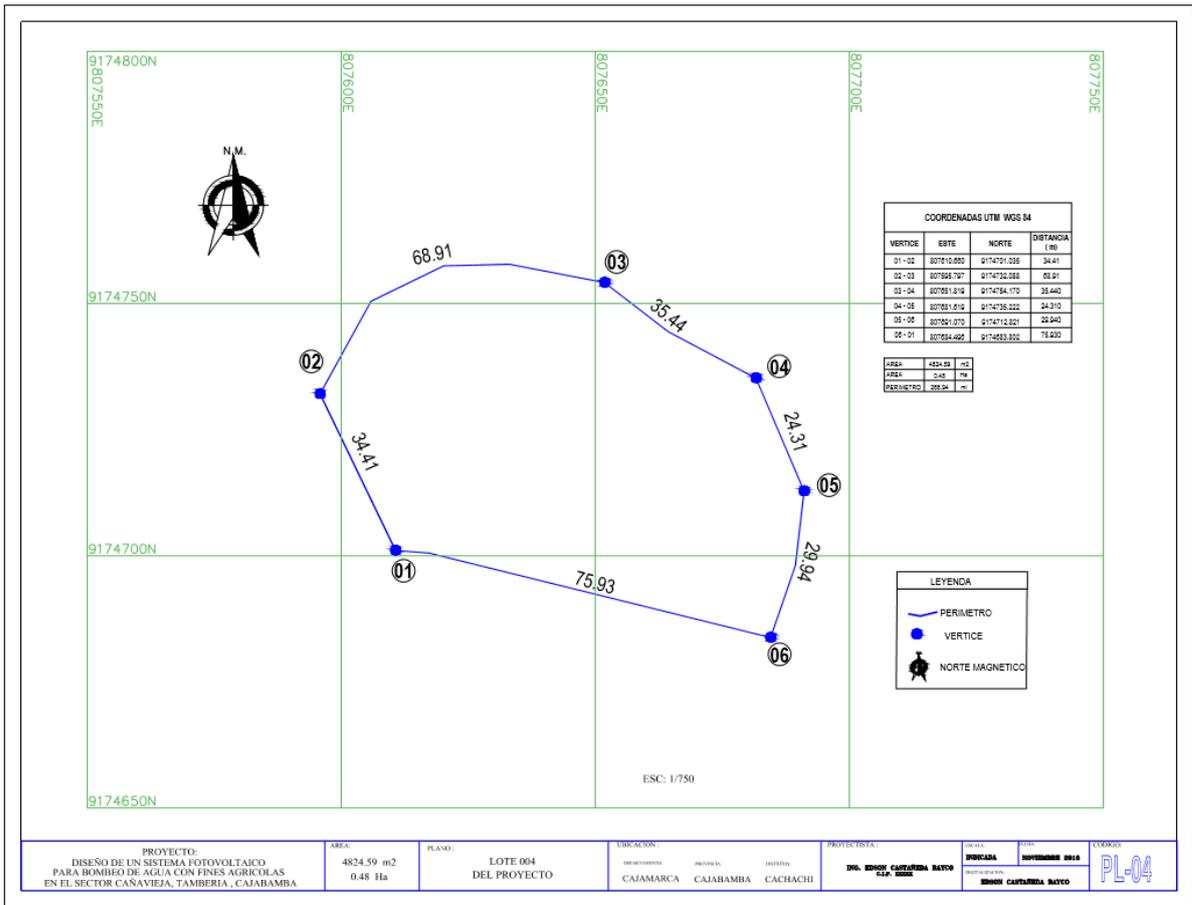


<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON FINES AGRICOLAS EN EL SECTOR CAÑAVIEJA, TAMBERIA, CAJABAMBA	<b>AREA:</b> 9375.22 m <sup>2</sup> 9.37 Ha	<b>PLANO:</b> LOTE 003 DEL PROYECTO	<b>UBICACION:</b> DISTRITO: CAJAMARCA    PROVINCIA: CAJABAMBA    DISTRITO: CACHACHI	<b>PROYECTISTA:</b> ING. EDSON CAJAFRUTA RAYCO C.A. 2000	<b>FECHA:</b> 2018	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2018	<b>COORDENADO:</b> EDSON CAJAFRUTA RAYCO	<b>LOGO:</b> PL-03
---	---	--	--	---	-----------------------	---------------------------------	---	-----------------------

**03. LOTE**

<b>COORDENADAS UTM WGS 84</b>			
<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DISTANCIA ( m)</b>
01 - 02	807416.691	9174754.918	94.40
02 - 03	807428.064	9174848.634	210.86
03 - 04	807595.797	9174732.088	34.41
04 - 01	807610.660	9174701.050	205.70

AREA	9375.22	m2
AREA	0.94	Ha
PERIMETRO	639.79	ml

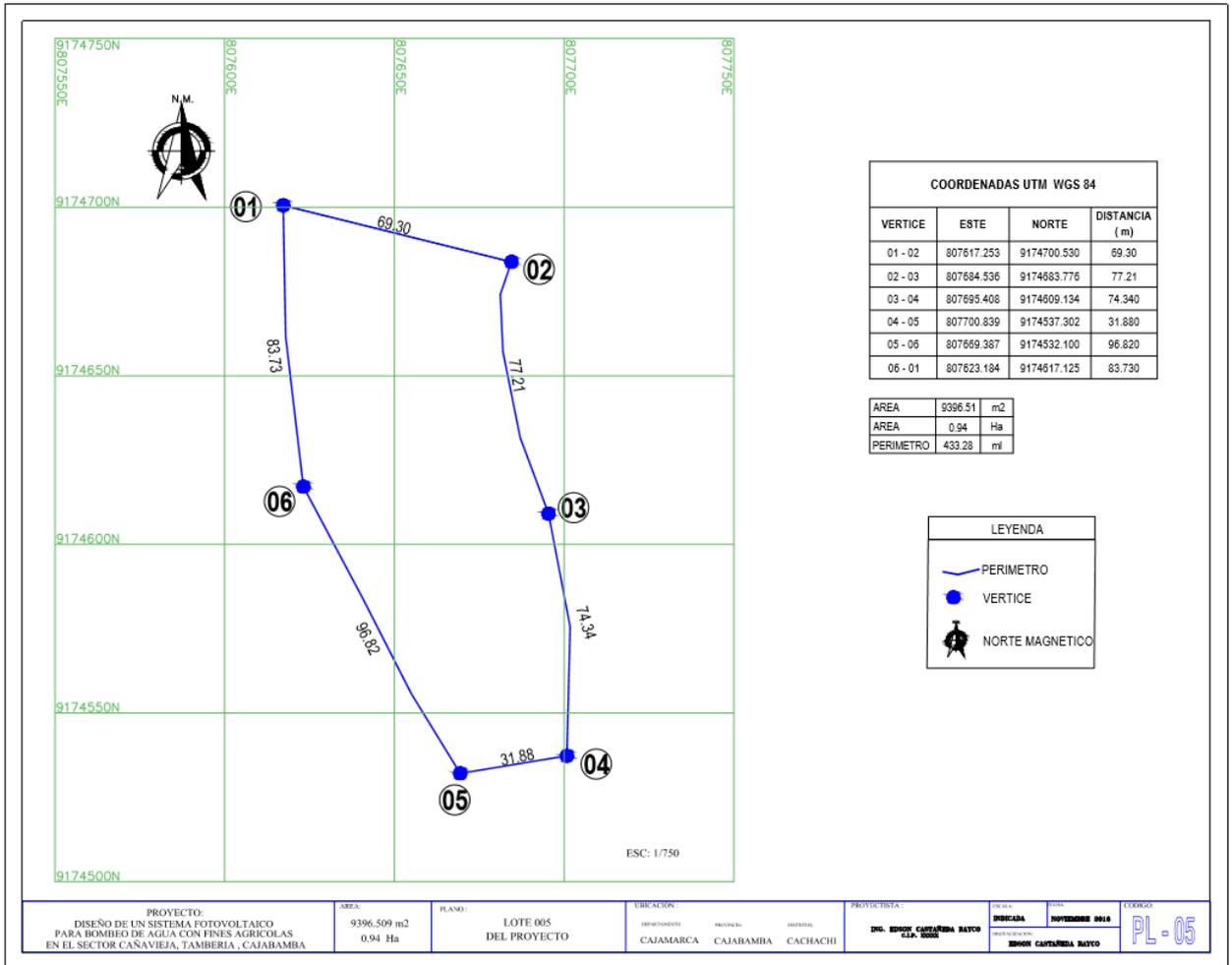


PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON FINES AGRICOLAS EN EL SECTOR CAÑAVIEJA, TAMBERIA, CAJABAMBA	AREA: 4824.59 m <sup>2</sup> 0.48 Ha	PLANO: LOTE 004 DEL PROYECTO	UBICACION: DEPARTAMENTO: CAJAMARCA    PROVINCIA: CAJABAMBA    DISTRITO: CACHACHI	PROYECTISTA: <b>ING. ENRIQUE CASTELLANA BAYCO</b> CIP. 20028	EMPRESA: <b>INGENIERIA CASTELLANA BAYCO</b> CIP. 20028	FECHA: 2024	TITULO: SOBERANOS 2015	CODIGO: <b>PL-04</b>
--	--	------------------------------------	---	--	--	----------------	---------------------------	-------------------------

**04. LOTE**

<b>COORDENADAS UTM WGS 84</b>			
<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DISTANCIA ( m)</b>
01 - 02	807610.660	9174701.035	34.41
02 - 03	807595.797	9174732.088	68.91
03 - 04	807651.819	9174754.170	35.44
04 - 05	807681.619	9174735.222	24.31
05 - 06	807691.070	9174712.821	29.94
06 - 01	807684.496	9174683.802	75.93

AREA	4824.59	m2
AREA	0.48	Ha
PERIMETRO	268.94	ml



<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON FINES AGRICOLAS EN EL SECTOR CAÑAVIEJA, TAMBERIA, CAJABAMBA	<b>AREA:</b> 9396.509 m <sup>2</sup> 0.94 Ha	<b>PLANO:</b> LOTE 005 DEL PROYECTO	<b>UBICACION:</b> DEPARTAMENTO: CAJAMARCA    PROVINCIA: CAJABAMBA    DISTRITO: CACHACHI	<b>PROYECTISTA:</b> ING. EDISON CAJALBERTA BAYCO C.R.P. 10008	<b>FECHA:</b> DIBUJADA: NOVIEMBRE 08/18 REVISADA POR: EDISON CAJALBERTA BAYCO	<b>CODIGO:</b> PL-05
---	--	--	--	--	---	-------------------------

**05. LOTE**

<b>COORDENADAS UTM WGS 84</b>			
<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>DISTANCIA ( m)</b>
01 - 02	807617.253	9174700.530	69.30
02 - 03	807684.536	9174683.776	77.21
03 - 04	807695.408	9174609.134	74.34
04 - 05	807700.839	9174537.302	31.88
05 - 06	807669.387	9174532.100	96.82
06 - 01	807623.184	9174617.125	83.73

AREA	9396.51	m2
AREA	0.94	Ha
PERIMETRO	433.28	ml

### ANEXO 03

**Determinar los requerimientos del recurso hídrico con fines agrícolas para las parcelas seleccionadas y determinar la capacidad de almacenamiento del reservorio.**

La planta solo utiliza una pequeña parte del agua disponible en sus procesos metabólicos, el resto se pierde por la transpiración del propio vegetal y por evaporación en el suelo, fenómeno conocido como **evapotranspiración del cultivo (ETc)**. La cantidad de agua a aportar deberá ser igual a la **ETc** para así compensar dichas pérdidas.

**Precipitación y evapotranspiración a nivel mensual - Julio 2013.**

Estación Meteorológica	Precipitación (mm)				Días con lluvia	Evapotranspiración de referencia (mm)		Índice de humedad
	Total	Promedio	Anomalia	Acumulado Anual		Total	Promedio	
<b>Costa</b>								
Trujillo	0,0	0,0	Normal	33,4	0	61,3	2,0	0,0
<b>Sierra Oriental</b>								
Weberbauer (Cajamarca)	5,7	0,2	-10	803,2	4	104,1	3,5	0,1
San Marcos	13,8	0,4	134	927,3	2	115,6	3,9	0,1
Cajabamba	16,9	0,5	71	1043,8	4	100,2	3,3	0,2
Celendín	16,5	0,5	72	900,4	2	82,8	3,3	0,2
Huamachuco	12,0	0,4	46	1138,4	4	88,0	2,9	0,1
<b>Sierra Occidental</b>								
Llapa	6,6	0,2	-33	1109,6	5	101,5	3,4	0,1
San Pablo	0,0	0,0	-100	731,5	0	83,0	2,8	0,0
Contumazá	0,0	0,0	-100	679,4	0	99,4	3,3	0,0
Cachicadán	0,0	0,0	-100	1147,9	0	111,8	3,7	0,0

Nota: Acumulado anual es la lluvia acumulada desde setiembre del 2012

**ET<sub>0</sub>** es la evapotranspiración de referencia, dato que se puede obtener de las estaciones meteorológicas más cercanas de cada provincia. Para el cálculo del riego debemos asegurarnos de que nuestro sistema podrá satisfacer las necesidades del cultivo en las condiciones más desfavorables, en este caso el mes de julio (Et<sub>0</sub> máxima y precipitaciones mínimas). El valor es **100.2 mm**.

**Cuadro 1. 3 a.- Valores de Kc para paltos y cítricos**

Frutal	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Cítricos*	0.64	0.66	0.68	0.7	0.71	0.72	0.72	0.7	0.68	0.7	0.66	0.65
Paltos**	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72-	0.72-	0.72-	0.72-	0.72-	0.72-	0.72	0.72
					0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75		

**Kc** es un coeficiente propio de cada cultivo, dato que se puede consultar en multitud referencias, según tabla para el palto hemos tomado un valor de 0,72. En algunos cultivos, por ejemplo árboles

frutales, el **Kc** varía en función de la época del año. Las paltas al ser de hoja perenne mantienen su **Kc** durante todo el año, aunque se aplican diferencias en cuanto a cobertura de la parte aérea. De manera que:

$$ETc = Et_0 \times Kc;$$

$$ETc = 100.2 \times 0.72 = 72.144 \text{ mm mensuales}$$

#### - Cálculo de las necesidades de riego

Para obtener las necesidades netas de riego (**Nn**), a este resultado deben restarse las ganancias por lluvias o precipitación efectiva (**Pef**), aunque en esta zona y por la época del año, suele ser un valor despreciable y no se tiene en cuenta. Por lo tanto:

$$Nn = ETc$$

Ningún sistema de riego es perfecto, por lo que el anterior valor se multiplica por la eficiencia de riego (**Ea**) del sistema empleado para obtener las necesidades brutas (**Nb**) de riego. Se considera una **Ea** del 90% en riego por goteo (y del 75% en aspersión).

$$Nb = Nn \times Ea;$$

$$Nb = (72.144 / 0,90) = 80.16 \text{ mm}$$

**Ahora dividimos 80.16 entre 30 días y obtenemos las necesidades diarias: 2.672 mm**

$$2.672 \times 4 \times 4 \text{ (marco de plantación)} = 42.752 \text{ L / palta y día}$$

#### - Frecuencia y tiempo de riego

Una de las ventajas del riego por goteo es el ahorro de agua, precisamente porque no es necesario mojar todo el terreno como ocurre en el riego por inundación. El área a mojar equivale al marco de plantación, sabiendo que en las paltas se recomienda mojar el 30-50% del suelo. El área mojada por el gotero varía según el caudal del mismo, y de la textura del suelo. El caudal de los goteros va a ser 4 L/h (a menor caudal, mayor obstrucción), y la superficie aproximada que moja un gotero es de aproximadamente un diámetro de 1,25 m, aunque este dato varía en función de la textura del suelo. Para evitar cálculos vamos a servirnos de las tablas de la normativa de producción integrada, diseñadas para tal efecto.

Nuestro suelo es de textura media, un suelo arcilloso, y la plantación tiene una edad media de 12 años, con lo que emplearemos **4 goteros por palta**. Recordemos que dimensionaremos el sistema para satisfacer las necesidades del cultivo en la época más desfavorable, el mes de julio, que según la segunda tabla nos da una **frecuencia de riego diaria**.

Número de goteros por palta en riego por goteo.

Tipo de suelo				
Edad del árbol	Arcilloso	Franco	Arenoso	Gravoso
1 – 2	1	1	1 – 2	2
3 – 4	1	2	2 – 4	4
5 – 6	2	4	4 – 6	6
7 – 8	2 – 4	4 – 6	6 – 8	8
>8	4	6	8	8 – 12

Frecuencia de riego recomendado en sistemas localizados.

Tipo de suelo				
Epoca	Arcilloso	Franco	Arenoso	Gravoso
PRIMAVERA	G- 2 V.P.S.	G- 3 V.P.S.	G- DIARIO	G- 1- V.P.D.
VERANO	G- 3 V.P.S.	G- DIARIO	G- DIARIO	G- 2- V.P.D.
OTOÑO	G- 2 V.P.S.	G- 3 V.P.S.	G- DIARIO	G- 1-2 V.P.D.

V.P.S. – veces por semana

V.P.D. – veces por día

G – sistema de riego por goteo

MA – sistema de riego por microaspersión.

**¿Pero cuánto tiempo hay que regar al día?** Para ello debemos saber que cada árbol constará de 4 goteros, de 4 L/h, los cuales van a aportar un total 16 L/h. De aquí obtenemos que:

**Tiempo de riego (t) = 42.752 L planta y día / 16 L/h = 2.672 horas al día**

**- Calculo del caudal**

Finalmente, calculamos el caudal necesario para abastecer nuestra **superficie de paltas (5.5517Ha)**, multiplicando las necesidades por planta por el número de árboles, que por el **marco de plantación** sabemos que son **2220**:

**42.752 L planta y día x 2220 paltas = 94909.44 L/día para las 5.5517 Ha**

Si es necesario bombear 94909.44 L/día por lo tanto la capacidad del reservorio en metros cúbicos debe de ser la tercera parte porque el regado se realizara cada 3 días (X).

1000 Litros = 1 m<sup>3</sup>.

94909.44 Litros/3 Días = X

$X = 94909.44L * 1 \text{ m}^3/1000L * 3D$

$X = 31.63648 \text{ m}^3$

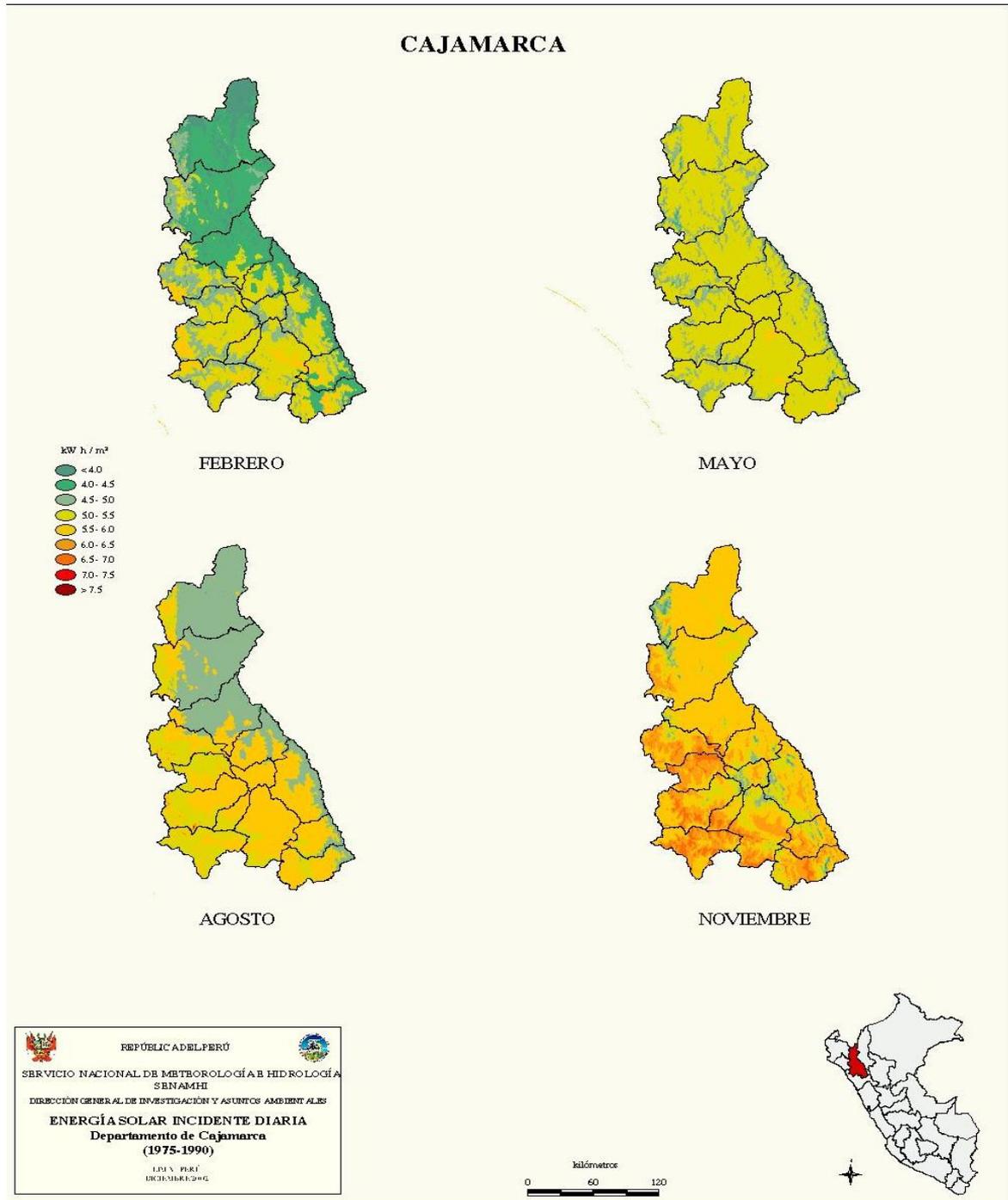
Entonces el caudal que necesito es en m<sup>3</sup>/h.

$Q = x/24h = 31.63648 \text{ m}^3/24h = 1.32 \text{ m}^3/h$

Estos datos nos van a servir como punto de partida a la hora de dimensionar todos los componentes de la instalación.

## ANEXO 04

Según el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI y la Dirección General de Investigación y asuntos Ambientales nos dice que el de departamento de Cajamarca cuenta con una energía solar incidente diaria en la cual los índices solares varían entre 5.0 kWh/m<sup>2</sup> y 5.5 kWh/m<sup>2</sup>. Para lo cual según el atlas de energía solar del Perú 2013, los promedios climáticos en la región



Cajamarca para lugares colindantes a la zona de estudio correspondiente al potencial solar nos indica que en la zona de Cajabamba se tiene 6.7 kWh/m<sup>2</sup> como promedio con una desviación estándar de

2.9 kWh/m<sup>2</sup>, para la zona de Bambamarca tenemos un promedio climático de 5.3 kWh/m<sup>2</sup> con una desviación estándar de 3.0 kWh/m<sup>2</sup>.

Respecto a la Irradiancia constante (I) para Perú es de 1Kw/m<sup>2</sup>, según el Reglamento Técnico Especificaciones y procedimientos de evaluación del sistema fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural del MEM-DGE.

## ANEXO 05

### SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
1	110133	Zarumilla	4,6	3,0
2	110136	Cañaverall	6,2	2,7
3	110176	San Roque	4,4	2,9
4	110226	Arenales	5,9	3,6
5	110230	La Esperanza	7,4	2,5
6	110232	Chilaco	6,6	2,5
7	110235	Morropón	5,5	3,0
8	110236	Olmos	5,6	3,2
9	110247	San Miguel	6,6	2,7
10	110253	Bagua Chica	5,5	3,0
11	110255	Chulucanas	5,5	2,8
12	110299	Pucallá	6,1	2,9
13	110303	Chota	4,9	3,0
14	110320	Cayallí	6,6	2,8
15	110331	Ferrelafe	5,4	2,7
16	110333	Jayanca (La Viña)	6,1	3,0
17	110334	Motupe	5,4	3,0
18	110335	Tinajones	6,7	3,1
19	110371	Celendín	5,2	3,1
20	110373	Cajabamba	6,7	2,9
21	110382	Bellavista	5,0	2,8
22	110384	La Unión	5,1	2,8
23	110387	Contamana	5,5	3,2
24	110441	Recuay	6,6	2,8
25	110463	Tocache	4,6	2,8
26	110531	Isla Don Martín	4,2	2,9
27	110532	Camay	4,6	3,3
28	110534	Lomas de Lachay	4,3	2,9
29	110542	Picoy	5,0	2,1
30	110548	Matucana	4,3	3,0
31	110561	San Ramón	5,3	2,8
32	110601	La Punta	4,0	3,3
33	110650	Hacienda Bemales	6,6	3,2
34	110703	Pangaravi	7,1	2,4
35	110829	Sanía Rita	9,5	2,1
36	110860	Jullí	7,5	3,2
37	110863	Desaguadero	5,9	1,3
38	120101	Los Cedros	5,6	3,1

N°	CODIGO	ESTACION	HELIOFANIA	
			Promedio	Desv.Estánd.
39	120206	Mallares	6,6	2,7
40	120237	Ayabaca	5,6	3,4
41	120239	Huancabamba	3,7	2,6
42	120276	San Ramón	5,2	3,3
43	120281	Genaro Herrera	4,9	2,9
44	120301	Lambayeque	6,9	2,9
45	120325	Talla	6,1	3,0
46	120343	Huambos	6,1	2,9
47	120362	Bambamarca	5,3	3,0
48	120404	Huánuco	5,9	2,9
49	120407	San Jorge	4,5	3,3
50	120451	Palmawasi	4,9	2,8
51	120502	Surasaca	4,6	2,7
52	120535	Andahuasi	7,0	2,5
53	120536	Sanía Rosa	6,4	2,8
54	120547	Canía	6,0	3,0
55	120606	Oullabamba	4,9	2,8
56	120607	Granja Kcayra	6,2	3,0
57	120615	Hipólito Unánue	4,1	3,5
58	120616	Caríete	4,2	3,4
59	120635	Huayao	6,5	2,9
60	120636	Pacarán	6,5	2,8
61	120706	Puno	6,3	2,8
62	120764	Chuquibambilla	7,3	2,9
63	120806	Moquegua	6,6	2,5
64	120837	Pampa Blanca	5,6	3,3
65	120839	La Pampilla	6,7	1,5
66	120899	La Yarada	6,0	3,3
67	130207	Miraflores	6,7	2,7
68	130304	A. Weberbauer	6,0	2,9
69	130310	El Porvenir	4,9	3,0
70	130501	Alcantarilla	5,2	3,1
71	130610	A. Von Humboldt	5,0	3,4
72	130617	Modelo	4,3	3,5
73	130637	Pampa de Villacuri	6,4	3,0
74	130700	San Camilo	7,4	2,3
75	130805	Pampa de Majes	9,3	2,3
76	140500	Aerop.Int. J. Chávez	5,6	2,6

### SELECCIÓN DE LA ELECTROBOMBA.

Utilizando la Formula de HAZEN – WILLIAMS, expresada en función del caudal tenemos:

$$hf = \left( \frac{10.679}{C^{1.852}} \right) x \left( \frac{L}{D^{4.87}} \right) x Q^{1.852}$$

Dónde:

hf: Perdida de carga (m).

L: Longitud de carga (m).

D: Diámetro interior (m).

Q: Caudal ( $m^3/s$ ).

Los valores de los coeficientes “C” se eligen de tabla, según material de la tubería.

**Tabla de Coeficiente de HAZEN - WILLIAMS**

<b>Material</b>	<b>Coficiente de Hazen-Williams</b>
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

Entonces:

$$L = 49.14m$$

$$D = 0.038m. \text{ Para tubería de } 1 \frac{1}{4}''.$$

$$Q = 0.5 \times 10^{-3} m^3/s$$

$$hf = \left(\frac{10.679}{140^{1.852}}\right) x \left(\frac{49.14}{0.038^{4.87}}\right) x (0.5 \times 10^{-3})^{1.852}$$

$$hf = 0.3534m$$

La altura total de trabajo de la electrobomba será:

$$H = 49.5m = 50m$$

Teniendo en cuenta estos requisitos indispensables seleccionamos la electrobomba adecuada, para esto he tomado como referencia la marca PEDROLLO.

De esta marca PEDROLLO, he elegido el modelo 4SR10Gm/5.

Características técnicas de Trabajo de Bomba Sumergible Pedrollo Modelo4SRG10m/5son las siguientes:

**Tabla de Características de trabajo modelo 4SRG10m/5**

Modelo	POTENCIA		Q(m <sup>3</sup> /h)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3	3.3
	KW	HP	Q(l/min)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	55
4SR10G m/5	0.37	0.1	H(metros)	67	65	63	61	58	54	50	40	27	18

### **CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO TEÓRICO ESTIMADO $E_T(W - H)$ .**

Se calcula el consumo energético Teórico  $E_T(W - H)$ , que es la suma de todas las cargas multiplicado por las horas de trabajo de cada carga:

➤ Máxima demanda.

En este caso será la potencia de la electrobomba según especificaciones técnicas.

$$P_b = 373W$$

➤ Horas de Trabajo al día.

$$H_d = 1 H$$

$$E_T = P_b \times H_d.$$

$$E_T = 373W \times 1h$$

$$E_T = 373 (W - h)$$

## CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO REAL E (W-H).

$$E = \frac{E_T}{R}$$

Donde R es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Dónde:

$K_b$ : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador (0,05 en sistemas que no demanden descargas intensas y 0,1 en sistemas con descargas profundas.

$K_c$ : Coeficiente de pérdidas en el convertidor (0,05 para convertidores sinusoidales puros, trabajando en régimen óptimo y 0,1 en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo.

$K_v$ : Coeficiente de pérdidas varias (agrupa otras perdidas como rendimiento de red, efecto joule, etc.). Se toma entre 0.05 – 0.15 como valores de referencia.

$K_a$ : Coeficiente de autodescarga diario; 0.002 para baterías de bajo autodescarga (Ni – Cd), 0.005 para baterías estacionarias de Pb – ácido (lo más habituales) y 0.012 para baterías de alta autodescarga.

N: Número de días de autonomía de las instalación. Serán los días que la instalación debe operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar. 3 – 10 días como valores de referencia.

$P_d$ : Profundidad de descarga diaria de la batería. Esta profundidad de descarga no excederá al 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida con ciclos de carga y descarga muy profundos.

Quedando definido de la siguiente manera:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right)$$

$$K_b = 0,05, \quad K_c = 0,05, \quad K_v = 0,1, \quad K_a = 0,005, \quad N = 3, \quad P_d = 0,8$$

$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,1) \times \left(1 - \frac{0,005 \times 3}{0,8}\right)$$

$$R = 0.785$$

Entonces el consumo energético real será:

$$E = \frac{373}{0.785}$$

$$E = 475,16 (W - H)$$

### SELECCIÓN DEL BANCO DE BATERÍAS C (A-H).

$$C = \frac{ExN}{VxP_d} (A - h)$$
$$C = \frac{475,16x3}{12x0.8} (A - h)$$
$$C = 148.49(A - h)$$

Necesitaremos una batería que pueda almacenar como mínimo 148.49 A-h, para esto tenemos la batería marca RITAR, modelo RA12-150 (12V 150 A-H), la cual cumple con los datos tomados para nuestro calculo.

#### Especificaciones Batería Ritar RA12-150

BATERIA RITAR MODELO RA12-150	
ESPECIFICACIONES	
Celdas por unidad	6
Voltaje	12
Capacidad	150Ah
Peso	44,5 kg
Max. Corriente de Descarga	1500A (5 Seg)
Resistencia Interna	Aprox. 4mΩ
Tipo	Plomo-acido
Rango de Temperatura	Descarga: -20°C-60°C
	Carga: 0°C-50°C
	Almacenamiento: -20°C-60°C
Temperatura a Funcionamiento Normal	25°C

### SELECCIÓN DEL NÚMERO DE PANELES SOLARES.

Radiación solar incidente para el mes de Febrero - Mayo como el menos favorable es aproximadamente  $H=4.7 \text{ kWh/m}^2 - \text{dia}$ .

Utilizaremos paneles solares de la marca SOLARLAND, modelo SLP120S-12U, el cual tiene una potencia de 120W.

Con este dato podemos calcular la cantidad de paneles a utilizar para el sistema fotovoltaico.

**Calculamos el número de horas pico solares (HPS),** teniendo en cuenta la irradiación H:

$$HPS = \frac{H}{I}, \quad I = 1Kw/m^2$$
$$HPS = 4.7h$$

La cantidad de energía producida por un panel a lo largo de todo el día, es equivalente a la energía que se produciría en las horas de pico solar si el panel opera a su potencia máxima o nominal ( $W_p$ ). Dicha potencia es el principal parámetro que describe el funcionamiento del panel y la especificación más importante en el dimensionamiento del generador fotovoltaico.

**El número de paneles necesarios ( $N_p$ )** se calcula empleando el número de horas pico solares del peor mes del año y la potencia pico del panel escogido.

$$N_p = \frac{E}{0.9 \times W_p \times HPS}$$

$$N_p = \frac{475,16}{0.9 \times 120 \times 4.7}$$

$$N_p = 0.941$$

Necesitaremos 1 panel de la marca SOLARLAND, modelo SLP120-12U.

### **SELECCIÓN DEL REGULADOR DE CARGA.**

Para calcular el regulador de carga necesaria, se multiplica la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ) de cada panel por el número de paneles en paralelo necesarios ( $N_p$ ). Ese producto será la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador ( $I_{max}$ ).

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p$$

$$I_{cc} = 7,72A,$$

$$I_{max} = 7,72x1$$

$$I_{max} = 7,72A$$

Esto es la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador ( $I_{max}$ ).

Seleccionamos un regulador que cumpla esta condición. Para esto tenemos el controlador de la marca PHOCOS, modelo CML 08.

#### Características Eléctricas Controlador Solar PHOCOS.

Controlador Solar PHOCOS	
Tipo	CML08
Máxima Corriente de carga	8 <sup>a</sup>
Sistema de Voltaje	12/24V, auto reconocimiento
Tensión de trabajo	13.7/27,4V(25°C)

#### **SELECCIÓN DEL INVERSOR.**

Como bien sabemos la carga a alimentar es la electrobomba de 0.37kW (1.0 HP), pero como se sabe todo motor al momento del arranque tiene una corriente de pico (corriente de arranque o corriente a plena carga). Es decir el inversor no solamente debe estar preparado para soportar los 0.37kW, sino que debe estar preparado para soportar esa corriente de pico que dura milésimas de segundos.

Los inversores se han hecho baratos y eficientes, los sistemas de bombeo solar usan inversores especiales sinusoidales, lo cual optimiza su emparejamiento con el panel o baterías y la bomba, y que soporte esta corriente que dura menos de un segundo.

Según el código Nacional de Electricidad – Utilización – Tablas. Tenemos lo siguiente:

### Corriente a plena carga de Motores Monofásicos.

Potencia Nominal (HP)	Corriente a Plena Carga (A)
1/6	2,2
1/4	2,9
1/3	3,6
1/2	4,9
3/4	6,9
<b>1</b>	<b>8</b>
1 1/2	10
2	12
3	17
5	28
7 1/2	40
10	50

**Motores Monofásicos. CNE**

Esto nos quiere decir que el inversor que elijamos no solo debe estar preparados para la In que es de 2A, este debe estar preparado para la corriente a plena carga que según el CNE, para un motor monofásico de 1.0 HP es de 8 A.

Así tenemos la siguiente Tabla de Inversores marca ENERGIT, POWER INVERTER DC TO AC, según ISO9001:2000 ROHS.

### Selección de Inversores según Corriente de a plena carga.

Potencia Nominal	200W	300W	400W	500W	600W	700W	<b>800W</b>	900W	1000W
Corriente Nominal	1A	1.6A	2.1A	2.7A	3.2A	3.8 <sup>a</sup>	<b>4.3</b>	4.8	5.4
Potencia Pico	400W	600W	800W	1000W	1200W	1400W	<b>1600W</b>	1800W	2000W
Corriente Pico	2.1A	3.2A	4.3A	5.4A	6.4A	7.6 <sup>a</sup>	<b>8.6A</b>	9.6A	10.8A

Nota: Ver Tabla Completa de Inversores ENERGIT- POWER INVERTER DC TO AC- ISO9001:2000.

Según nuestro requerimiento tendremos que elegir un inversor de Potencia Nominal de 800W Según ISO9001:2000, ya que este cumple con los parámetros de funcionamiento.

Para esto tenemos el siguiente inversor que cumple con la norma ISO9001:2000:

- MARCA : ENERGIT-
- MODELO : 12VDC/220VAC 800W POWER  
INVERTER.
- ONDA : SINUSOIDAL PURA.
- TENSION ENTRADA : 12VCD.
- TENSION SALIDA : 220VAC.
- FRECUENCIA SALIDA : 60Hz.
- POTENCIA NOMINAL : 800W.
- POTENCIA PICO : 1600W.

### **INCLINACIÓN DE PANEL SOLAR.**

Teniendo en cuenta la coordenada de latitud de la zona bajo estudio, 6°26'09.38" Latitud Sur, es decir, 6.435939°. El valor promedio de desviación del sol, declinación ( $\delta$ ) para un año es de 1.4301°. Y de la siguiente ecuación se obtiene que el ángulo de inclinación:

$$\theta_z = \phi - \delta$$

$$\theta_z = 6.435939^\circ - (-1.4301^\circ)$$

$$\theta_z = 7.866^\circ$$

Sin embargo, para ángulos menores de 10°, es recomendada una inclinación mínima de 10°, con el fin de evitar estancamiento de agua.

### **DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES.**

#### ➤ **Conductor del panel solar al controlador.**

El conductor debe soportar una corriente mayor a la corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) del Módulo Solar que es de 7,72A. Por lo que se elegirá de INDECO el conductor NLT 2x14.

#### ➤ **Conductor del Controlador a la Batería.**

Este conductor debe de soportar como mínimo el paso de 8A, ya que ese es el amperaje aproximado que estará entregando el panel solar y que es controlado por el regulador.

Entonces seleccionamos de INDECO el conductor NLT 2x14.

➤ **Conductor de la Batería al Inversor.**

El calibre de este conductor debe ser igual al calibre que se utiliza para la conexión de la electrobomba al Interruptor Termomagnético. Seleccionamos de INDECO el conductor NLT 2x14.

**Datos Técnicos NL**

CALIBRE	SECCION NOMINAL	Nº HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
NºxAWG	mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15

**ANEXO 06**

**DETERMINACION DEL PRESUPUESTO TOTAL PARA EL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO**

**Presupuesto de sistema fotovoltaico**

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>							
<b>ITE M</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	PANEL SOLAR 12 VCD/120W	SOLARLAND	SLP 120-12U	UND	1	1,200	1,200
2	CONTROLADOR SOLAR 12VCD/8ª	PHOCOS	CML08	UND	1	280	280
3	INVERSOR SINUSOIDAL 12 VCD/220VAC 800W	ENERGIT	800W POWER INVERTER	UND	1	420	420
4	BATERIAS 12VCD/150AH	RITAR	RA12-150	UND	1	950	950
5	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X16A	ABB		UND	1	75	75
6	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X16A	ABB		UND	1	60	60
7	CONDUCTOR NLT 2X 14	INDECO		M	30	2.2	66
8	SOPORTE DEL SISTEMA			GLB	1	750	750
9	ACCESORIOS			GLB	1	450	450
<b>PRESUPUESTO BASE S/.</b>							<b>4,251.00</b>

**Presupuesto de Bomba Sumergible Pedrollo Modelo 4SR10G**

Según cotización realizada la Bomba Sumergible requerida se encuentra en un costo que asciende a S/. 2,500.00 Soles.

**Presupuesto Instalación de Sistema de Bombeo Fotovoltaico**

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>					
<b>ITE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>M</b>					
1	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	7,500.00	7,500.00
<b>PRESUPUESTO DE INSTALACION S/.</b>					<b>7,500.00</b>

**Presupuesto Total de Sistema de Bombeo Fotovoltaico**

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>					
<b>ITE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>M</b>					
1	PRESUPUESTO DE BOMBA SUMERGIBLE PEDROLLO MODELO 4SR10G	GLB	1	2,500.00	2,500.00
2	PRESUPUESTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	GLB	1	4,251.00	4,251.00
3	SERVICIO DE INSTALACION DE SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO	GLB	1	7,500.00	7,500.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO S/.</b>					<b>14,251.00</b>

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

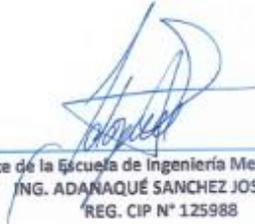
Yo, **ADANAQUÉ SANCHEZ JOSÉ LUIS**, Docente del curso de desarrollo de Tesis de la Escuela de Ing. Mecánica Eléctrica y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado:

**"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA CON FINES AGRICOLAS EN EL SECTOR CAÑAVIEJA, TAMBERÍA, CAJABAMBA 2016"**, Del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica:

**CASTAÑEDA RAYCO EDSON MARTÍN**

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del 23 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 21 de Diciembre del 2017



---

Docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
**ING. ADANAQUÉ SANCHEZ JOSÉ LUIS**  
REG. CIP N° 125988



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Castañeda Rayco Edson Martín  
D.N.I. : 42602634  
Domicilio : Jr. Lishi # 277 Cajamarca  
Teléfono : Fijo : Móvil : 976220294  
E-mail : edison-castaneda@hotmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería  
Escuela : Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Carrera : Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Título : Ingeniería Mecánica Eléctrica

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Castañeda Rayco Edson Martín

Título de la tesis:

Diseño de un Sistema Fotovoltaico para Bombeo de agua con fines agrícolas en el sector Casaviejo, Tambora, Cajamarca, 2016

Año de publicación : 2016

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : 

Fecha : 22/03/19



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CASTAÑEDA RAYCO EDSON MARTÍN

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE

AGUA CON FINES AGRÍCOLAS EN EL SECTOR CAÑA VIEJA, TAMBEÍN,  
CAJABAMBA, 2016.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 28-12-2016

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN