



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL

**AUTORES:**

Paucar Molina, Elna Erica (ORCID: 0000-0001-6598-5742)  
Sutta Quico, María Fátima (ORCID: 0000-0002-4666-7228)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LINEA DE INVESTIGACION**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERU

2021

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre y a mi padre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A todos aquellos que han creído fielmente en mí.

Elna Erica Paucar Molina

A Dios, por hacerme tan afortunado, por darme cada día de vida y darme fuerza y valor para luchar por cada uno de mis sueños.

A mi madre, por creer en mí, por darme lo mejor de ella, gracias por tanta paciencia en esta etapa, te quiero mucho.

A mi abuela Benicia, que ha sido parte importante de mi vida.

A mis tías, por apoyarme en todo momento, por el amor y el cariño que me impulsa cada día a seguir adelante.

A todos aquellos que han creído fielmente en mí, incluso sobre mí mismo.

María Fátima Sutta Quico

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecemos a nuestro tutor Dr. Tello Malpartida Omart Demetrio quien con sus conocimientos y apoyo nos guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscábamos.

También queremos agradecer a la universidad cesar vallejo por brindarnos todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiésemos podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, queremos agradecer a toda nuestra familia, por apoyarnos aun cuando nuestros ánimos decaían. En especial, a nuestros queridos padres, que siempre estuvieron ahí para darnos palabras de apoyo y un abrazo reconfortante para renovar energías.

## Índice De Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	1
Agradecimientos.....	iii
Índice De Contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
INDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCION .....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III METODOLOGÍA.....	37
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	38
3.2. Variables y operacionalización.....	38
3.3. Población muestra y muestreo.....	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5. Procedimientos. ....	42
3.6. Método de análisis de datos:( estadística descriptiva) .....	43
3.7. Aspectos éticos.....	43
IV. RESULTADOS.....	45
V DISCUSIÓN .....	84
VI CONCLUSIONES .....	87
VII RECOMENDACIONES .....	90
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS .....	96

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Velocidades Recomendadas para Fluidos en Tuberías.....	20
<b>Tabla 2.</b> Longitudes Equivalentes de Diferentes Accesorios (en pies) .....	23
<b>Tabla 3.</b> Coeficientes de Fricción.....	26
<b>Tabla 4.</b> Expertos para la validez.....	41
<b>Tabla 5.</b> Registro de excavaciones.....	48
<b>Tabla 6.</b> Variación de Precipitaciones en la estación Rincón de la Cruz – Acora - Puno.....	51
<b>Tabla 7.</b> Precipitación Pluvial Aledaña en la zona de Evaluación.....	51
<b>Tabla 8.</b> Radiación Solar promedio.....	52
<b>Tabla 9.</b> Tasa de crecimiento del departamento de Puno y densidad poblacional. .....	54
<b>Tabla 10.</b> Tasa de crecimiento del distrito de Acora y densidad poblacional.....	54
<b>Tabla 11.</b> Periodo de diseño de acuerdo a la población.....	54
<b>Tabla 12.</b> Datos para el cálculo de la población futura.....	54
<b>Tabla 13.</b> Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).....	55
<b>Tabla 14.</b> Datos para el cálculo del caudal promedio.....	55
<b>Tabla 15.</b> Coeficiente de variaciones.....	56
<b>Tabla 16.</b> Datos para el cálculo de caudal a bombear.....	56
<b>Tabla 17.</b> Datos para el cálculo de diámetro de Bresse.....	57
<b>Tabla 18.</b> Datos para el cálculo de perdidas primarias en la tubería.....	58
<b>Tabla 19.</b> Datos para calcular la velocidad media del fluido.....	58
<b>Tabla 20.</b> Datos para el cálculo de perdidas secundarias.....	59
<b>Tabla 21.</b> Datos para el cálculo altura manométrica.....	60
<b>Tabla 22.</b> Datos para el cálculo potencia de la bomba.....	60
<b>Tabla 23.</b> Resultados de los cálculos hidráulicos.....	61
<b>Tabla 24.</b> Consumo medio diario.....	62
<b>Tabla 25.</b> Datos para calcular el consumo medio diario real.....	62
<b>Tabla 26.</b> Datos para determinar número de paneles en serie y paralelo.....	64
<b>Tabla 27.</b> Datos para determinar el sistema de acumulación (baterías).....	65
<b>Tabla 28.</b> Dimensionamiento del regulador.....	67
<b>Tabla 29.</b> Dimensionamiento del regulador.....	68

<b>Tabla 30.</b> Resultados del sistema de bombeo con paneles solares. ....	69
<b>Tabla 31.</b> Componente Sistema convencional (Eléctrico).....	70
<b>Tabla 32</b> Datos para el cálculo de eficiencia global del sistema de bombeo convencional (considerando los siguientes parámetros).....	71
<b>Tabla 33.</b> Partidas del sistema de bombeo con paneles solares. ....	72
<b>Tabla 34.</b> Costo directo sistema de bombeo con paneles solares.....	73
<b>Tabla 35.</b> Partidas del sistema de bombeo convencional (eléctrico). ....	74
<b>Tabla 36.</b> Costo directo sistema de bombeo convencional (eléctrico) .....	76
<b>Tabla 37.</b> Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del sistema de bombeo con paneles solares.....	76
<b>Tabla 38.</b> Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del sistema de bombeo convencional (eléctrico).....	79
<b>Tabla 39.</b> Resultados del tiempo de llenado de la cisterna con sistema convencional y sistema fotovoltaico. ....	79
<b>Tabla 40.</b> Resultados de la eficiencia global de los sistemas de bombeo anteriormente calculado. ....	80
<b>Tabla 41.</b> Costo directo de los sistemas de bombeo por partida. ....	81
<b>Tabla 42.</b> Costo de mantenimiento de los sistemas de bombeo mensual y anual. .....	82

## INDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS

Figura 1. Prototipo de Sistema de Bombeo Fotovoltaico. ....	26
Figura 2. Configuración de Sistema Fotovoltaico .....	27
Figura 3. Componentes de un sistema aislado .....	30
Ilustración 1: Ubicación de Distrito de Acora, Provincia de Puno.....	33
Ilustración 2. Vista fotográfica de Acora.....	34
Ilustración 4. Excavación de calicata.....	36
Ilustración 5. Ubicación de pozos para el abastecimiento de agua potable.....	37
Ilustración 6. Ubicación de la Estación Hidrometeorológica Rincón de la Cruz, Distrito de Acora.....	38
Ilustración 7. Tarifa de servicio eléctrico Electro Puno.....	64
Gráfico 1. Diagrama de precipitación presentado en la zona evaluada de las nacimientos de agua destinados a los centros poblados del Distrito de Acora. ...	52
Gráfico 2. Radiación solar mensual.....	53
Gráfico 3. Análisis comparativo de costo directo por partida de ambos sistemas de bombeo .....	81
Gráfico 4. Análisis comparativo de costo de operación y mantenimiento de ambos sistemas de bombeo .....	83

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar cuál será el Beneficio Técnico y Económico del uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021. Para ello se realizó a nivel metodológico una Investigación aplicada, con un diseño cuasi experimental se aplican a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatorizados, pero pueden manipular la variable experimental. Como variable independiente el sistema de bombeo con paneles solares y sistemas convencionales, variable dependiente la evaluación técnico económico, la población para la presente investigación está constituida por sistemas de bombeo en la región de Puno, la muestra estuvo determinado por sistema de bombeo con paneles solares y sistemas convencionales y el muestreo fue no probabilístico, en la cual se ha escogido el sistema de bombeo con paneles solares y sistemas de bombeo convencionales porque son sistemas de bombeo más utilizados en zona de estudio y se adaptan a las condiciones de lugar de estudio, y dentro de los instrumentos para la recolección de datos están la observación y las fichas técnicas. Como resultado se evidencio una eficiencia significativa, en cuanto a rendimiento el sistema con paneles solares obtuvo el 72% frente al 65% del sistema convencional. De igual manera en cuanto a los costos para su implementación y mantenimiento, el sistema de bombeo convencional obtuvo 4 veces más de gasto frente al sistema de bombeo por paneles solares. Concluyendo de esta manera que la eficiencia, costo directo y costo de operación y mantenimiento del sistema de bombeo por paneles solares resulta más eficiente técnica y económicamente que el sistema de bombeo convencional así beneficiara al abastecimiento de agua de calidad al C. P. de Isla Iscata.

Palabras Claves: Sistema de bombeo convencional, paneles solares, efectividad, costos de mantenimiento



## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate what will be the Technical and Economic Benefit of the use of the Pumping System with Solar Panels and conventional systems, CP Isla Iscata, Acora District, Puno 2021 Region. For this, an applied research was carried out at a methodological level, with a quasi-experimental design, they are applied to real situations in which randomized groups cannot be formed, but they can manipulate the experimental variable. As an independent variable the pumping system with solar panels and conventional systems dependent variable the technical-economic evaluation, the population for the present investigation is constituted by pumping systems in the Puno region, the sample was determined by a pumping system with solar panels and conventional systems and the sampling was non-probabilistic, in which the pumping system with solar panels and conventional pumping systems have been chosen because they are the most widely used pumping systems in the study area and are adapted to the conditions of the study site, and Observation and technical sheets are among the instruments for data collection. As a result, a significant efficiency was evidenced, in terms of performance, the system with solar panels obtained 72% compared to 65% of the conventional system. Similarly, in terms of costs for its implementation and maintenance, the conventional pumping system obtained 4 times more expenditure compared to the solar panel pumping system. Concluding in this way that the efficiency, direct cost and cost of operation and maintenance of the solar panel pumping system is more efficient technically and economically than the conventional pumping system, thus benefiting the supply of quality water to the P. de Isla Iscata.

Keywords: Conventional pumping system, solar panels, effectiveness, maintenance costs

## **I. INTRODUCCION**

La **realidad problemática**: Cada vez son más altos los costos para generar energía eléctrica mediante fuentes no renovables. El crecimiento económico en el mundo se debilita por el aumento en la demanda de energía y las emisiones que generan este tipo de energía por ello es necesario considerar el uso de tecnologías energéticas más eficientes. En algunas zonas aisladas de Puno, carecen de electricidad, y al no tener disponibles este servicio optan por buscar soluciones de costos elevados y que producen mayores contaminaciones ambientales, para poder satisfacer la demanda de energía que necesitan en sus actividades económicas, como por ejemplo el suministro de agua para consumo humano y para la agricultura. Comúnmente la fuente natural de agua se ubica lejos de los asentamientos poblacionales, siendo necesario usar sistemas de bombeo que consuman energía eléctrica de alto precio; es por ello que se considera el uso de sistemas de bombeo de agua potable como alternativa y solución óptima, utilizando paneles solares, brindando beneficios técnicos, económicos y ambientales. Como se puede observar, el problema principal es el poco desarrollo tecnológico en función a las energías renovables para el bombeo de agua potable que brinde un adecuado abastecimiento de agua en áreas rurales y permita mejorar la calidad de vida de las comunidades estudiadas. Teniendo en consideración que las poblaciones que se ubican alrededor del Lago Titicaca requieren agua para el consumo humano es necesario utilizar las aguas subterráneas, las cuales requieren de sistema de bombeo para poder captar dichos acuíferos, por ello surge la demanda energética constante para el buen funcionamiento de dicho sistema.

En el centro poblado de Iscata se requiere mejorar la calidad del agua para consumo humano es por ello en la presente tesis investigativa se desarrollará el análisis técnico y económico del sistema fotovoltaico para la bomba de agua en la red de impulsión; Para ello se propone la implementación de paneles solares en el sistema de bombeo.

**El problema general** de la siguiente investigación es: ¿Cuál será el Beneficio Técnico y Económico del uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P. Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021? Así mismo los **problemas específicos** son: ¿Cuál será el Beneficio en relación al tiempo de llenado del cisterna con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles

Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?, ¿Cuál será el Beneficio en relación a la eficiencia global del sistema con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?, ¿Cuál será el beneficio en relación al costo directo con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales en el Centro Poblado Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?, ¿Cuál será el beneficio en relación al costo de manteniendo con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?.

**Justificación** en lo **práctico** el presente trabajo de investigación se realiza observando la problemática de muchas comunidades de las zonas altas andinas especialmente en las zonas de Cusco y Puno que presentan centros poblados que depende solo de abastecimiento de agua de acuíferos presentes en dicha zona y por otro lado se tiene la falta de gradiente altitudinal. Muchas comunidades se establecen en zonas planas la cuales impiden abastecer el agua por sistemas gravedad por lo cual requieren sistemas de bombeo. En lo **ambiental**: Es importante plantear soluciones que permitan reducir el uso de los sistemas eléctricos convencionales; Por la gran demanda de energía que generan pagos a empresas prestadoras de dicho servicio y personal técnico para su constante mantenimiento, las cuales tendría que ser cubiertas por los beneficiarios, quienes estarían obligados a un pago mensual. Como sabemos la energía eléctrica utilizada en el Perú es producida por la Hidroeléctricas que se encuentran a lo largo del territorio estas centrales hidroeléctricas generan de alguna manera contaminación al ambiente al producir la energía eléctrica que se usa, al usar este sistema alternativo de paneles solares se estaría disminuyendo el uso de la energía eléctrica por ende se estaría reduciendo la contaminación que produce estas centrales hidroeléctricas y se estaría promoviendo el uso de energía solar. **Social**: A nivel social se puede considerar que esta investigación pretende establecer una concreción sobre las tecnologías aplicadas a sistemas de bombeo con paneles solares para el abastecimiento de agua en comunidades aisladas, así como en el centro poblado Isla Iscata del distrito de acora región puno siendo 295 las familias

que serán beneficiadas y 2 centros educativos, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

**El objetivo general** de la presente investigación es: Evaluar cuál será el Beneficio Técnico y Económico del uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021. Así mismo los **objetivos específicos** son: Determinar cuál será el Beneficio en relación al tiempo de llenado del cisterna con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021, Determinar cuál será el Beneficio en relación a la eficiencia global del sistema con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021, Establecer cuál será el beneficio en relación al costo directo con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales en el Centro Poblado Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021, Establecer cuál será el beneficio en relación al costo de manteniendo con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.

**La hipótesis general** de la presente investigación es: El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficio significativos Técnicos y Económicos, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021. Así mismo las **hipótesis específicas** son: El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficio significativos en relación al tiempo de llenado del cisterna, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021, El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficio significativos en relación a eficiencia global del sistema, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021, El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficio significativos en relación al costo directo en el en C.P. Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021, El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficio significativos en relación al costo de mantenimiento, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

los **antecedentes** de la presente investigación son los siguientes: según HERVIAS, (2018) En su investigación titulada “***Diseño de un Sistema de Bombeo Mediante Energía Solar Fotovoltaica para suministrar Agua Potable a la Población de Maynas – Perú***” tuvo como **objetivo** Determinar la irradiación solar del lugar para seleccionar los paneles fotovoltaicos. El estudio que se utilizó fue de **tipo** tecnológico y el nivel de investigación fue aplicada a la **población** de estudio, diseñado beneficiando un total de 120 familias residentes de la Ciudad de Iquitos, estos habitantes requieren un adecuado suministro de agua potable, ocasionando el desarrollo de diversas enfermedades. Se aplicará un examen preliminar antes del inicio del diseño, tomando en cuenta las algunas características particulares de la zona, con la finalidad de poner en evidencia la viabilidad del proyecto. Se tomó como punto de referencia la data de la Nasa; para determinar la irradiación de la zona, lo cual concluyó como muy positiva la radiación con un promedio de 2 kWh/m<sup>2</sup>/día por lo que se **concluyó** el dimensionamiento de la bomba con gran éxito. También se analizó la fuerza potencial de la bomba, desarrollando los cálculos de mecánica de fluidos para estudiar el movimiento de los gases y líquidos para determinar la hipótesis del medio continuo. Concluyendo que se logró seleccionar y dimensionar las tuberías que se necesitan usar, para poder brindar la sostenibilidad por los años de vida del sistema,

PERALTA, (2018), en su investigación titulada “***Evaluación técnico-económica de una instalación de bombeo solar fotovoltaico aplicada a la ampliación de la frontera agrícola en zonas aisladas de Arequipa***” tuvo como **objetivo** principal de evaluar los aspectos técnicos y económicos de una instalación de bombeo solar fotovoltaico aplicada a la ampliación de la frontera agrícola en zonas aisladas de Arequipa. Se realizó la instalación de una bomba solar fotovoltaica sumergible con la finalidad de impulsar el agua que está ubicado en la reserva natural que se encuentra en el río Majes hasta la reserva superior para riego en los viñedos de la Empresa Majes Tradición SAC (Arequipa Perú) Igualmente la instalación de una estación meteorológica, para medir la radiación solar, humedad, temperatura y la velocidad del viento, con muy pocas necesidades de mantenimiento. Se instalaron sensores eléctricos e hidráulicos en el sistema de bombeo solar con la finalidad de

evaluar las eficiencias de los procesos que transformen energía. **Concluyendo** que los valores de las mediciones técnicas y electro-hidráulicas que permiten un adecuado funcionamiento de los equipos, siendo estos más económicos en comparación con otras tecnologías comunes como las utilizadas con diésel/GLP o eléctricos. También se debe considerar el valor agregado por el uso de la luz solar como fuente inmaterial de energía, lo que permite mejorar su competitividad y rendimiento ecológico.

LOZA, (2016), en su investigación titulada ***“Evaluación Técnica en Diseño de Bombas para Sistema de Agua Potable en el Distrito De paucarcolla – Puno”*** el **objetivo** principal consistió en determinar las principales características técnicas, los factores sociales y económicos que influyen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo en el distrito de Paucarcolla, la muestra fue tomada directamente en la comunidad de Cancharani Pampa y Palca Sachas; se utilizó un diseño y proceso metodológico con un **método** tipo aplicativo – cuantitativo y correlacional. Se procedió a conocer los elementos fundamentales de las estaciones de bombeo, la carga total de la sección positiva se encuentra positiva, se dispuso de una bomba de agua con una potencia de 6HP para poder impulsar un caudal de 3lts/seg, con una altura de 72,25mts, a una velocidad de 1054mts/seg. Este sistema tendrá un reservorio de agua de 30 m<sup>3</sup> para el aprovechamiento de 91 familias dispuestas a este beneficio. El recorrido continuo del recurso hídrico al sector, y la forma como se impulsará el agua potable, indispensable para el consumo de la población, así como también las variaciones que de ella se originen. Tomando en cuenta las características geológicas, se ha determinado la forma de ejecución del este proyecto, diseñado para un período de 20 años, que satisfaga los requerimientos de una población de 592 habitantes. Para analizar la parte social y económica, se realizaron encuestas individuales y colectivas a la población que fue beneficiada a fin de concientizarlos y capacitarlos referente a la importancia del uso adecuado del agua potable. Debido a que, en las zonas rurales, el agua es utilizada, no solo para el consumo de la población, sino también para el riego de cultivos y para consumo de los animales. Igualmente, los escasos recursos económicos, trae como consecuencia la dificultad de cancelar el



consumo de agua, lo cual trae como consecuencia la falta de mantenimiento para el buen funcionamiento del agua potable por bombeo. De los **resultados** obtenidos en las encuestas realizadas, se obtiene que las variables que más han influido, son: el bajo precio que se paga por el servicio de agua, con un coeficiente de 0.623 y el mantenimiento domiciliario para el uso adecuado del mismo 0.097.

SALCEDO, (2005) en su investigación titulada **“Estudio del proyecto de ampliación de la línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque elevado para agua potable en el Centro Poblado Rural (CPR) Picapiedra distrito de Pachacamac”** con el **objetivo** principal de continuar con las mejoras de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Rural (CPR)- Picapiedra. Se amplió una línea de impulsión y sistema de bombeo la cual estaba dirigida al reservorio proyectado, con un volumen destinado a lograr satisfacer las necesidades de la población con un tiempo de vigencia de 10 años, partiendo desde el año 2003. La población está conformada por 207 habitantes, como **resultado** principal se obtuvo que el tiempo estimado para el llenado es de 5 horas con 44 minutos para un volumen de 55mts cúbicos. Para poder llenar el reservorio TQ1 con un caudal de 4.8 Litros por segundos durante 1 hora y 6 minutos y para poder recuperar el agua para el reservorio TQ1 con un volumen de 13,7mts cúbicos, reemplazando al TQ2 con un caudal de 4.8 litros por segundo y con un tiempo el tiempo estimado de:  $T = 48 \text{ min}$ . Para el llenado del reservorio TQ2 se dispone de un caudal desplazado del reservorio TQ1 de 13.7metros cúbicos, el mismo podrá mover la bomba MB2 con un caudal de 4 litros por segundo durante  $T = 57 \text{ minutos}$ . Se concluyó que este proyecto sólo está diseñado para el abastecimiento de esta población durante los próximos 10 años, sin embargo es importante considerar que el número de habitantes que puede alojar este centro poblado puede superar la información proporcionada por el reservorio del proyecto TQ2, por ello se sugiere considerar otras alternativas que sean viables para la satisfacción del consumo restante.

ASMAT, (2018) en su investigación titulada **“Determinación de la Eficiencia de un sistema de Bombeo Fotovoltaico en el Distrito de Yaurisque – Cusco”** tuvo como **propósito** evaluar cuál era la productividad que generaría un sistema de bombeo fotovoltaico para así identificar la cantidad de agua diaria producida por

dicho sistema, poniendo como manifiesto las adversidades del clima del Distrito de Yaurisque, Paruro, Cusco. Fue un estudio tipo, realizado a la población del distrito de Yaurisque, Paruro, Cusco. El periodo de prueba usado para esta investigación se desarrolló el 30 de agosto al 6 de septiembre dando como resultado que el m<sup>3</sup> del volumen promedio que a diario se suministra en el campo fue de 4.17m<sup>3</sup> /día, producto de abatimiento que presentaba el pozo, impidiendo el bombeo de forma continua, a pesar de condiciones adecuadas a nivel solar. En general, el sistema presentaba un nivel de eficiencia del 24,95%, como producto de la efectividad de la bomba solar con un 26,12% y por el panel fotovoltaico con un 95.54%. A nivel estadístico se consideraron las variables independientes definidas como: nivel de temperatura, la radiación solar, velocidad del viento; y para el estudio de la variable dependiente se consideró el caudal que suministra la bomba y la corriente que genera el panel fotovoltaico, especificándose que dichas variables no dependen de la radiación solar

MEDINA, (2019), en su investigación titulada “**Análisis comparativo de un Sistema de Bombeo de Agua Potable con Energía Solar Fotovoltaica y con Energía Eléctrica convencional para la localidad de Chaupi Sahuacasi, Provincia de Azángaro – Puno**” tuvo como objetivo Comparar la productividad con el total de los recursos empleados para obtener los beneficios requeridos, incluyendo los **costos de construcción**, operación y mantenimiento para un sistema solar fotovoltaico de bombeo de agua potable. La **población** de estudio fue la comunidad de Chaupi Sahuacasi con 107 viviendas, donde era necesario elegir la opción más beneficiosa para la comunidad en cuanto a funcionalidad y rentabilidad. Inicialmente se seleccionó la energía que se generaba cada hora durante un día en el transcurso de los 4 años y medio, luego se analizan los datos del sistema de bombeo de tipo fotovoltaico comparándolo con el más relevante del 2014. En Segundo lugar, se determinó el nivel de rentabilidad de las dos opciones por un lapso de tiempo de 20 años, calculando el costo de la inversión; en este punto se determinó lo insumos, equipos, materiales, mano de obra entre otros, también se realizaron cálculos sobre el costo del mantenimiento y de operación. En Tercer lugar y en función a los resultados se **concluye** que el costo total que tiene un sistema convencional es de 341,281.61 S/. y el sistema fotovoltaico de

123,442.96 S/; representando 2.8 veces más elevado. Definiendo de esta manera que es más rentable invertir en aquellas energías que son renovables para la localidad de Chaupi y si existe la disponibilidad de contar con fuentes de electricidad en la zona el costo total de un sistema convencional es de 176,426.65 S/. Frente al sistema fotovoltaico de 123,442.96 S/; siendo este 1.4 veces más elevado en sus costos, siendo de esta manera más rentable invertir en energías renovables. Con respecto al costo de operación y mantenimiento de un sistema convencional y fotovoltaico es 162,062.44 S/. y 37,509.33 S/. Respectivamente.

Las **teorías** para la presente investigación son las siguientes:

### **Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en Zona Rural.**

JORDAN, (1988) Señala que para obtener un sistema eficiente que logre abastecer el agua es importante que se transporte directamente desde la fuente hacia la planta de tratamiento de agua (si existe) y posteriormente hacia el sitio donde se distribuirá el producto. Esto va a depender el tipo de topografía, las condiciones de la localidad que permitirá conducir el agua por los conductos de flujo libre, conductos de presión y conductos confinados

**Sistemas de Bombeo:** De acuerdo con EDUARDO Y VELARDE, (1994), Está constituido por una serie de elementos que permiten que los fluidos sean transportados a través de tuberías, para poder satisfacer requerimientos del caudal y presión en los diversos procesos y sistemas

### **Población de diseño y demanda de agua.**

AGUERO PITTMAN, (1997), señala que las obras de agua potable no están desarrolladas de acuerdo a su diseño en un momento específico, sino que se realiza considerando un aumento de la población en un tiempo determinado que oscila entre 10 y 40 años (tiempo de diseño). Con la futura población se establece la demanda de agua al finalizar el periodo de diseño.

### **Determinación del diámetro óptimo de la conducción**

Es necesario considerar al momento de diseñar el sistema de tuberías la magnitud de la velocidad que alcance el fluido dentro de las conducciones. Esta velocidad, para los casos de la circulación isoterma de los fluidos incompresibles, está definida

por el caudal y el tamaño del diámetro de la sección en la parte interna de la conducción, obteniendo un valor máximo a cada fluido el cual no debe excederse ya que puede generar un desgaste del producto por inadecuado tratamiento mecánico. Los valores cercanos que se utilizan en la práctica dependerán del tipo de fluido que se considere, pero los más comunes se recogen en la Tabla (1), los cuales son los más utilizados, pero en algunas condiciones pueden tener velocidades fuera de los rangos indicados. Las pequeñas velocidades son las utilizadas cuando el flujo es por gravedad debido a que los tanques que se encuentran elevados (GARCÍA y MORALES, 2003).

**Tabla 1.** *Velocidades Recomendadas para Fluidos en Tuberías*

Fluido	Tipo de Flujo	Velocidad	
		ft/s	m/s
Líquidos poco viscosos	Flujo por gravedad	0.5 – 1	0.15 – 0.30
	Entrada de bomba	1 – 3	0.3 – 0.9
	Salida de bomba	4 – 10	1.2 – 3
	Línea de Conducción	4 – 8	1.2 – 2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2 – 0.5	0.06 – 0.15
	Salida de bomba	0.5 – 2	0.15 – 0.6
Vapor de Agua		30 – 50	9 – 15
Aire o gas		30 – 100	9 – 30

Fuente: GARCÍA SOSA, y otros, (2003)

Para limpiar CIP, la velocidad que tienen las soluciones, los detergentes o de sustancias aclaradoras, no debe ser inferior de 1.5 m/s. De esta manera a cada caudal se le establece el fluido a bombear, impulsando su mayor velocidad, se identifica de forma rápida el tamaño mínimo que debe tener el diámetro para la conducción. Se debe escoger, en cualquier caso, el diámetro normal que pueda superar a ese valor mínimo conocido de igual manera como el diámetro óptimo de la conducción representando el menor costo posible, satisfaciendo la demanda en relación a la velocidad de máxima de circulación del fluido (GARCÍA y MORALES, 2003).

### **Cálculo de las Pérdidas de Carga**

El roce de un fluido contra las paredes de la tubería por donde circula el agua genera en el mismo una disminución de la presión. Identificar el valor de esta disminución de presión es importante para el cálculo de las bombas, de la misma

manera permite la verificación del diámetro seleccionado para la conducción es el adecuado, pues si este es de menor tamaño el desgaste de la carga que se genere será muy costosa. En función a esto, se consideran rangos prudentes en la disminución de la presión en una conducción los valores siguientes (para caudales de 0 a 60 m<sup>3</sup> /h):

- Zona para la aspiración de bombas: 0.40 kg/cm<sup>2</sup> (0.39 bar)
- Zona para la impulsión de bombas: 0.6 a 0.8 kg/cm<sup>2</sup> (0.59 a 0.78 bar).

De esta forma, al iniciar con los cálculos para determinar las pérdidas de las cargas, se evitará que no alcancen el anterior valor. Si esto ocurre hay que elevar el diámetro de la conducción sobre el valor recomendado de velocidad máxima para la circulación del fluido, para que logre disminuir el desgaste de carga. Aunque, en ciertos casos, no es factible aumentar este valor debido a que está ide la misma manera limitado por el tamaño de las conexiones con los equipos (esto debe ser informado por el fabricante). Para determinar los desgastes de carga en una conducción frecuentemente se usa la ecuación de Fanning, que descrita de acuerdo a la altura es la siguiente:

$$H = \left( \frac{4 \cdot f \cdot L}{d} \right) \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H: representa la pérdida de carga en mts de columna de líquido (m.c.l.)

F: coeficiente de fricción adimensional

L: longitud de la tubería, m

d: diámetro interior de la tubería, m

v: velocidad del fluido, m/s

g: aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>).

El coeficiente de fricción "f" de acuerdo al tipo de flujo calculándose según la siguiente fórmula:

Si el flujo es laminar (Re ≤ 2000):

$$f = \frac{16}{Re}$$

Si el fluido es turbio ( $Re \geq 4000$ ) o está en la zona de transición ( $2000 < Re < 4000$ ) se utiliza un diagrama como el de Moody que determina la relación existente entre "f", el número de Reynolds ( $Re$ ) y el valor de la rugosidad relativa de conducción, representado como  $\epsilon/d$  (d se mantiene como el diámetro interior de la conducción) que se define para ciertos materiales. Para el concreto y los tubos de acero inoxidable el valor que requiere para el diseño de  $\epsilon$  es de 0.006 cm (GARCÍA y MORALES, 2003).

Por tanto, para determinar las pérdidas de las cargas, se requiere definir el tipo de flujo que se desarrolla en la conducción, por ello es necesario conocer la cantidad de Reynolds, representado por la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

Donde:

- v y d representan las magnitudes ya indicadas
- $\rho$  es la densidad del fluido, kg/m<sup>3</sup>
- $\mu$  es la viscosidad dinámica del fluido, Pa·s.

Lo anterior señalado, se utiliza para el cálculo de los fluidos newtonianos, en el caso de que el fluido no corresponda a esta clase, se debe determinar el factor de fricción de Fanning, tomando en cuenta un gráfico de Moody modificado utilizando el número de Reynolds generalizado, calculado de la siguiente forma:

$$Re' = \frac{d^n \cdot v^{(n-1)} \cdot \rho}{\mu}$$

Donde n representa el exponente en la ley de la potencia para determinar el fluido en cuestión.

A pesar del tipo de ecuación de Fanning está relacionado con la conducción, los accesorios que están incluidos (válvulas, codos, tes, reducciones, etc.) generan de igual manera, una pérdida de carga en el fluido, que se considera en la ecuación anterior. La manera más común producirse estas pérdidas de carga por medio de la longitud que pueda tener un determinado accesorio, en donde se considera a la longitud como el tramo recto del tubo que puede generar iguales pérdidas de carga que los elementos. De esta manera la longitud de la tubería que se utiliza en la

ecuación de Fanning es el resultado de sumar la longitud correcta de la tubería recta con la longitud que representa los accesorios que están dentro en ella.

Estas longitudes equivalentes se ubican tabuladas para diversos tipos de accesorio según las dimensiones de la tubería. A continuación, se presenta una tabla (2) de longitudes equivalente (BRANAN, 2005).

**Tabla 2. Longitudes Equivalentes de Diferentes Accesorios (en pies)**

Nominal Pipe size in.	Globe valve or ball check valve	Angle valve	Swing check valve	Plug cock	Gate or ball valve	45° ell	Short rad. ell	Long rad. ell	Hard T.	Soft T.	90° miter bends			Enlargement				Contraction												
											Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	Weld thrd	2 miter	3 miter	4 miter	Equiv. L in terms of small d											
																			d/D = 1/2	d/D = 1/3	d/D = 1/4	d/D = 1/5	d/D = 1/6	d/D = 1/8	d/D = 1/10	d/D = 1/12	d/D = 1/16	d/D = 1/20	d/D = 1/25	d/D = 1/30
1 1/2	55	26	13	7	1	12	35	23	8	9	23				5	3	1	4	1	3	2	1	1	—						
2	70	33	17	14	2	23	45	34	10	11	34				7	4	1	5	1	3	3	1	1	—						
2 1/2	80	40	20	11	2	2	5	3	12	3	3				8	5	2	6	2	4	3	2	2	—						
3	100	50	25	17	2	2	6	4	14	4	4				10	6	2	8	2	5	4	2	2	—						
4	130	65	32	30	3	3	7	5	19	5	5				12	8	3	10	3	6	5	3	3	—						
6	200	100	48	70	4	4	11	8	28	8	8				18	12	4	14	4	9	7	4	4	1						
8	260	125	64	120	6	6	15	9	37	9	9				25	16	5	19	5	12	9	5	5	2						
10	330	160	80	170	7	7	18	12	47	12	12				31	20	7	24	7	15	12	6	6	2						
12	400	190	95	170	9	9	22	14	55	14	14	28	21	20	37	24	8	28	8	18	14	7	7	2						
14	450	210	105	80	10	10	26	16	62	16	16	32	24	22	42	26	9	—	—	20	16	8	—	—						
16	500	240	120	145	11	11	29	18	72	18	18	38	27	24	47	30	10	—	—	24	18	9	—	—						
18	550	280	140	160	12	12	33	20	82	20	20	42	30	28	53	35	11	—	—	26	20	10	—	—						
20	650	300	155	210	14	14	36	23	90	23	23	46	33	32	60	38	13	—	—	30	23	11	—	—						
22	688	335	170	225	15	15	40	25	100	25	25	52	36	34	65	42	14	—	—	32	25	12	—	—						
24	750	370	185	254	16	16	44	27	110	27	27	56	39	36	70	46	15	—	—	35	27	13	—	—						
30	—	—	—	312	21	21	55	40	140	40	40	70	51	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
36	—	—	—	—	25	25	66	47	170	47	47	94	60	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
42	—	—	—	—	30	30	77	55	200	55	55	98	69	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
48	—	—	—	—	35	35	88	65	220	65	65	112	81	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
54	—	—	—	—	40	40	99	70	250	70	70	126	90	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
60	—	—	—	—	45	45	110	80	260	80	80	190	99	92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						

Fuente: BRANAN, (2005)

Para definir la cantidad de válvulas que se colocarán, se debe considerar la ubicación de las bombas que están reflejadas en los diagramas del flujo y la necesidad para derivar el flujo. La ubicación de las bombas obedece a los criterios que se definirá en el apartado que le corresponde. Otros elementos que conforman se mantienen en líneas de proceso capaces de ocasionar grandes caídas de presión por la fricción, por los mismos equipos (BRANAN, 2005).

Los que representan más desgastes de carga que se generan son los filtros y los cambiadores de calor, sobre todo los de placas. A continuación, se describe un ejemplo de los valores promedios que corresponde a las pérdidas de carga ocasionadas por dichos equipos. Para poder tener más información de otros

equipos hay que asumir las consideraciones del fabricante (catálogos, sitios web o consulta con el proveedor).

- Filtros de tela o malla metálica: 1 bar/elemento filtrante.
- Cambiadores de calor de placas: 1 bar por cada sección del mismo que atraviese el producto.

### **Requerimientos hidráulicos de la bomba**

Con el anunciado anterior se determinará el cálculo del caudal diario definido en m<sup>3</sup>/día dividido entre 24 horas, obteniendo el caudal medio diario (Qd) que debe generar la bomba.

$$QB = Qd * 1.8$$

Donde:

QB: Caudal total

Qd: Caudal diario

Este será el mínimo caudal que debe proveer la bomba y que se utilizará para seleccionar en las tablas del fabricante luego de conocer la potencia que el motor tiene acoplado. Es un valor promedio para los mayores requerimientos en cada instalación, por ello su valor es flexible (ARIJA, 2010).

### **Determinación de la altura hidráulica de bombeo**

La altura hidráulica que tiene el bombeo corresponde a la presión real que debe superar la bomba. Para su adecuada determinación es importante considerar los siguientes términos:

La altura total. H y representa la suma de las alturas estáticas, dinámica y el abatimiento del pozo.

$$h = Hd + Hg + Sw$$

Donde:

**Hd:** Altura dinámica

**Hg:** Altura estática

**Sw:** Abastecimiento del pozo

**H:** Altura hidráulica de bombeo



La altura estática o geométrica, H, representada por la distancia geométrica que existe entre el nivel del agua al lugar más alto por donde se debe bombear el agua. Es importante tomar en cuenta que el agua que está en el pozo bajar a su nivel al producirse un bombeo por una profundidad donde se ubica la salida de la afluencia del pozo esta de forma paralela con la entrada del mismo caudal.

La dinámica H se genera por la disminución de la presión al moverse internamente el líquido en la tubería (fricción) estos desgastes dependerán del tamaño de la tubería en cuanto a su longitud diámetro y coeficiente de fricción también dependerán de la superficie interna del tubo y de las particularidades de la corriente. (régimen laminar o turbulento). La altura dinámica se calcula a través de la siguiente expresión (Fórmula de Hazen – Williams):

$$S = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

$$Hd = SxL$$

Donde:

**Hd:** pérdida por fricción interna (m).

**Q:** caudal (m<sup>3</sup>/s).

**C:** coeficiente de Hazen-Williams

**D:** diámetro interno de la tubería (m).

**L:** longitud de la tubería (m).

El coeficiente "C" depende del tipo de material con el que se halla fabricado la tubería, si es lisa será mayor su coeficiente (C del PVC = 150). Tuberías de hierro son viejas (40 años o más) tendrán un coeficiente C con valores entre los 80 ó 90. Otros tipos de coeficientes C se pueden distinguir en la tabla (ARIJA, 2010).

**Tabla 3. Coeficientes de Fricción**

Material de la tubería	Coefficiente C(H-W)
Cloruro de Polivinilo (PVC)	150
Poliétileno (PE)	140
Asbestos	140
Acero nuevo	120
Aluminio en uniones	120
Acero viejo (40 años)	85

*Fuente:* (ARIJA, 2010).

**Sistema de Bombeo Fotovoltaico:** Este sistema “FV” utilizado para el suministro de agua contiene un generador FV, un sistema motor/bomba, un sistema para el acondicionar la potencia (opcional) que se acopla entre el generador FV y el motor, un sistema para almacenar, un pozo y un sistema de tuberías, figura (1). Aunque generalmente se instalan bombas a nivel de la superficie y otras flotantes, la más común es la motobomba sumergible que se instalan en un pozo (ARIJA, 2010).

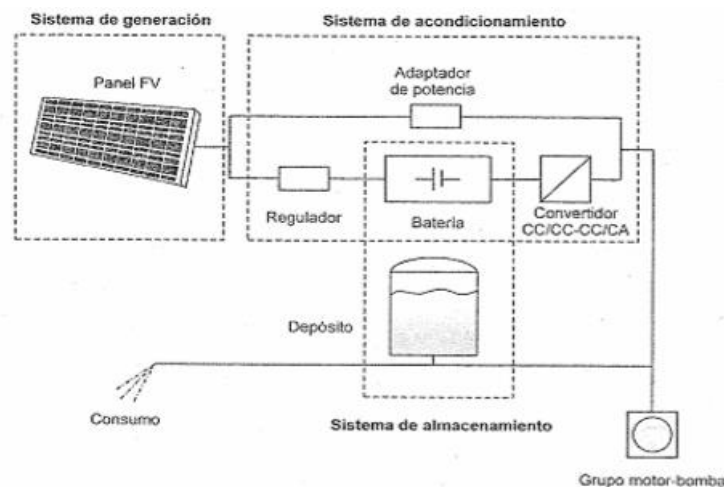


Figura 1 Prototipo de Sistema de Bombeo Fotovoltaico.

### **Configuraciones Típicas de Bombeo Fotovoltaico**

Los elementos que integran un sistema de bombeo FV se diseñan para operar de forma acoplada, aumentando el rendimiento general del sistema. Es posible Tener diversas opciones para bombear cierta cantidad de agua a una determinada altura (según la altura por caudal) de acuerdo a los valores de la potencia se necesita una un sistema específico. Aunque se instalan bombas de superficie y flotantes, en la

figura (2) se presenta la configuración más común, es una motobomba sumergible instalada dentro en un pozo.

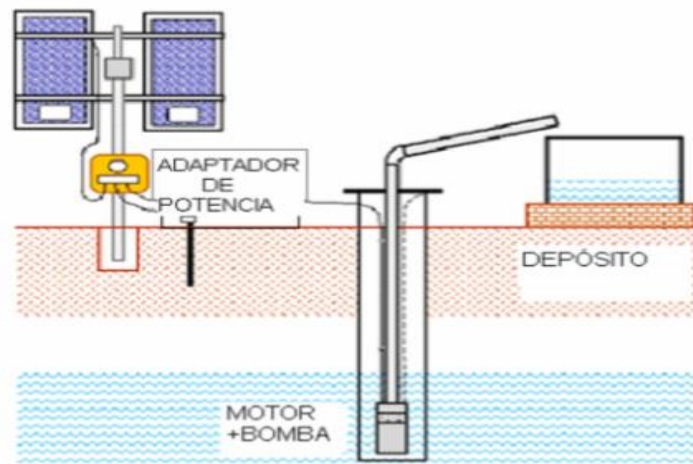


Figura 2. Configuración de Sistema Fotovoltaico

Las características de un sistema de bombeo FV están determinadas por las características del generador fotovoltaicos tipo de bomba y motor también el tipo de adecuación de su potencia se logran diferenciar algunos tipos de sistemas para bombeos fotovoltaicos

### **Panel Fotovoltaico:**

Los módulos de tipo fotovoltaicos o colectores de sol fotovoltaicos (llamados paneles solares) se conforman por un grupo de celdas que generan electricidad con la luz del Sol. El parámetro estándar para definir su potencia está asignado como potencia pico, correspondiente a la mayor potencia que puede generar el módulo según ciertas condiciones ya establecidas como: Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>, nivel de temperatura de célula de 25° C (no temperatura ambiente) (BARBERÁ SANTOS, 2014).

### **Orientación De Paneles Fotovoltaicos:**

La energía solar es recopilada en línea recta por ello los módulos fotovoltaicos deben orientarse de frente al sol, pero como éste no está en un solo lugar se debe considerar ciertas condiciones Para orientar estos módulos entre esas está los ángulos el azimut ángulo que determina la variación de acuerdo a la ubicación con

el sur según el hemisferio norte y sur) y al nivel de inclinación de la elevación  $\beta$  (ángulo que se forma entre la superficie del módulo y el plano horizontal).

-Azimut: el módulo debe orientarse hacia el sur o línea ecuatorial terrestre cuando está en el hemisferio norte o hacia el norte Cuando se está en el hemisferio sur el panel podrá captar la mayor cantidad de luz solar posible ( $\alpha=0$ )

-Inclinación: es la mayor altura que puede el sol alcanzar durante el día de acuerdo a las distintas estaciones tomando en cuenta su punto más alto en el día del solsticio durante el verano y su punto más bajo en el solsticio del invierno tomarán en cuenta dos inclinaciones una para el verano y otra para invierno sin embargo se recomienda durante el verano ya que hay un mayor de consumo en esa época del año.

Así pues, se determina una  $\beta$  que pueda ajustar la captación y la demanda de la energía. (GARCIA VILLAS, 1999, p.203)

1. Las instalaciones que tienen constante consumo durante el año se recomienda mejorar las instalaciones para lograr captar la radiación más alta en los meses de invierno se usan inclinaciones del mismo valor absoluto que la latitud del lugar (ángulo) en aumento a  $10^\circ$ .

2. Para aquellas instalaciones que presenten consumos más bajos durante el invierno puede usarse como inclinación el nivel de latitud del lugar, se modifica en las épocas de otoño y primavera.

3. Para aquellas instalaciones que se utilizan exclusivamente durante el verano como el riego es necesario aplicar un ángulo al mismo nivel de la latitud inferior a 10 grados sin embargo se recomienda que la inclinación que tenga el panel no esté a menos de 15 grados.

**Tipos de panel fotovoltaico:** (MÉNDEZ y CUERVO, 2006)

- Cristalinas
- Monocristalinas: están compuestas de secciones de cristales de silicio que pueden ser reconocidas con formas circulares u octogonales con cuatro lados más cortos y curvos porque es una célula circular recortada
- Policristalinas: Están compuestas por diminutas partículas cristalizadas.

- Amorfos: cuando el silicio aún no está cristalizado.

### ***Recurso solar***

La potencia que se produce en el generador fotovoltaico va a depender de la radiación del sol que incide directamente esta puede variar según el lugar y el año como consecuencia de los cambios de estaciones y de las características del climáticas y la geografía de la zona para producir un sistema fotovoltaico a través del método que se utiliza se requieren datos todos los meses de la radiación solar en el sitio dónde se realizará la instalación.

En la cantidad de energía solar que incide en la superficie va a depender de su orientación respecto al sur y del ángulo que esté forma con los rayos solares por esto es importante conocer el grado de orientación e inclinación que pueda mejorar la relación entre la energía que incide y la energía hidráulica que se demanda lo largo en todo el año. Generalmente se obtiene a partir de alguna de la siguiente fuente (ARIJA, 2010).

- NASA: <http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/sse.cgi?+s1#s1>
- Instituto Nacional de Meteorología
- Organismo autonómico oficial

### ***Irradiancia - hora solar pico (hsp)***

Según la REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA (s.f.); Irradiación es Potencia radiante que recibe una superficie por unidad de área, su unidad es W/m<sup>2</sup>; también la Irradiación es cantidad de energía electromagnética, en forma de radiación térmica, que recibe una unidad de superficie durante un tiempo.

### **Dimensionamiento del Sistema de Bombeo con Paneles Solares.**

El diseño de sistemas de instalaciones aisladas comprende los siguientes componentes:

- Módulos fotovoltaicos
- Sistema de regulación
- Sistema de adaptación de corriente
- Sistema de acumulación
- Consumo

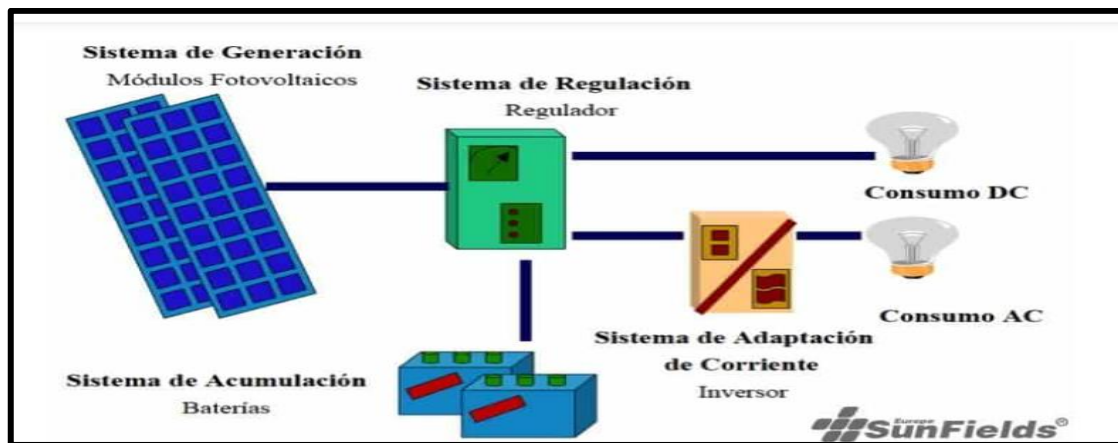


Figura 3. Componentes de un sistema aislado

ROSALES (1999), en el manual de cálculo de sistemas fotovoltaicos aislados describe los siguientes pasos para el diseño:

- Estimación de consumo.
- Datos del lugar.
- Dimensionado del generador fotovoltaico.
- Dimensionado del sistema de acumulación.
- Dimensionado del regulador.
- Dimensionado del inversor.

### Estimación de consumo.

Para ello se calcula el consumo que puede ocurrir en un día promedio o de máximo consumo, también se le agrega un 20% de margen de seguridad. Luego se determinan los consumos medios tomando en cuenta las eficiencias de los componentes:

$$L_{md} = \frac{L_{mdAC}}{n_{bat} * n_{inv} * n_{con}}$$

Donde:

**Lmd:** Consumo medios diarios

**n\_bat:** Eficiencia de batería

**n\_inve:** Eficiencia de inversor

**n\_con:** Eficiencia de conductor

### **Datos del lugar.**

La radiación solar se puede obtener de mapas solares o a través de los datos de las instituciones que realizan mediciones meteorológicas dentro de la, los datos que se obtienen son en Horas Solares Pico (HSP) en Wh/m<sup>2</sup>/dia.

### **Dimensionado del generador fotovoltaico.**

La cantidad de paneles está supeditada por las particularidades propias que define el fabricante, esto se determina por la potencia nominal; considerando que se calcula el nmero de paneles solares:

$$N_T = \frac{L_{md}}{P_{MPP} * HPS * PR}$$

Donde:

**NT:** Numero de módulos solares

**Lmd:** Consumo medios diarios

**P\_MPP:** Potencia pico de modulo

**HSP:** Horas de sol pico

**PR:** Factor global de funcionamiento

La agrupación de paneles en serie y en paralelo:

$$N_{SERIE} = \frac{V_{BAT}}{V_{MAX}}$$

$$N_{PARALELO} = \frac{N_T}{N_{SERIES}}$$

Donde:

**N\_SERIE:** Numero de módulos solares

**V\_BAT:** Tensión de batería

**V\_MAX:** Tensión de máxima del modulo

**N\_PARALELO:** Numero de módulos solares

**NT:** Numero de módulos solares

### Dimensionado del sistema de acumulación.

Los sistemas de acumulación son necesarios debido a que la energía proporcionada por el sol no llega de forma constante a lo largo del día, asimismo varia de un día a otro, para ello necesitamos acumular energía para días con poca energía solar, el dimensionamiento depende principalmente de los niveles de descargar y los días de autonomía, entonces:

$$C_{md} = \frac{L_{md}}{PD_{maxd} * F}$$

Capacidad nominal diaria Wh

$$C_{md} = \frac{C_{md}}{V_{bat}}$$

Capacidad nominal diaria Ah

- Capacidad nominal de batería en función de la máxima descarga estacional.



$$C_{me} = \frac{L_{md} * N}{PD_{maxd} * F}$$

Capacidad nominal estacional Wh

$$C_{me} = \frac{C_{md}}{V_{bat}}$$

Capacidad nominal estacional Ah

Donde:

**Lmd:** Consumo medios diarios

**PD\_maxe:** Descarga Máxima Estacional

**PD\_maxd:** Descarga Máxima Diaria

**N:** Número de días de Autonomía

**F:** Factor de Modulo

**V\_bat:** Tensión de batería

### **Dimensionado del regulador.**

Su función principal es la de controlar la cantidad de electricidad que se genera, esto permitirá proteger los componentes y la batería. Su medida se realiza en función a la cantidad de carga que soporta, entonces:

- Capacidad nominal en función de descarga máxima

$$I_{entrada} = 1,25 * I_{cc} * NP$$

Corriente de entrada

$$I_{salida} = \frac{1,25 * \left( \frac{P_{ac}}{n_{reg}} \right)}{V_{BAT}}$$

Corriente de salida

### Dimensionado del inversor.

En lo que se refiere a bombas hidráulicas, estas necesitan para su funcionamiento, corriente alterna, por lo que necesita inversores para su correcta funcionabilidad, con un promedio de seguridad de 1.20, entonces:

$$P_{inv} = 1,2 * P_{ac} * S$$

Potencia del inversor

Donde:

**P\_inv:** Potencia de Cargas en alterna

**S:** Factor para picos de arranque

### Eficiencia o Rendimiento ( $\eta$ ):

El rendimiento lo podemos definir con la compensación que existe entre los medios utilizados para lograr obtener un resultado, siendo este el beneficio brinda, y la calidad que proporciona la máquina al realizar el trabajo

Viene a ser la calidad con la que una máquina realiza su trabajo. Es la cantidad que se obtiene según lo que se aporta, es decir, el trabajo útil que se produce comparado con la energía que se genera.

$$\eta = \frac{P. U.}{P. E.} \times 100\%$$

Determinación de la Eficiencia o Rendimiento ( $\eta$ ):

1. Caso I: la eficiencia en un motor o maquina ideal es 1 ( $u = 0$ ) porque no hay perdidas, entonces; el trabajo útil es igual al trabajo producido (potencia de salida igual a la potencia de entrada).

$$\text{Potencia Entregada} = \text{Potencia Recibida}$$

2. Caso II: la eficiencia mecánica en un “motor real” ( $u > 0$ ) siempre es menor que 1 debido a la pérdida interna de energía en la máquina. Comúnmente se multiplica por 100, para que el rendimiento pueda representarse en porcentaje (%).

$$R \% = \frac{Wu}{Ee} \times 100\%$$

Donde:

$Wu$ : trabajo útil

$Ee$ : energía suministrada o trabajo total

- Caso III: Si deseamos expresar el rendimiento o eficiencia en función de la potencia las ecuaciones serían las expresadas a continuación.

$$\frac{W_{sale}}{t} = P_{sale}$$

$$\frac{E_{entra}}{t} = P_{entra}$$

$$E = \frac{P_{sale}}{P_{entra}}$$

### Costo directo

Los costos directos. Según **Edward Menesby**. Se define como la cantidad monetaria aportada para la producción de algún bien, o para ofertar algún producto, con el propósito de lograr un objetivo.

Los costos pueden ser asignados a cada bien o servicio en particular.

## **Costos de operación y mantenimiento**

Los costos de mantenimiento y operación, según SNL (1998) se refieren a la cantidad monetaria disponible para el mantenimiento, reparaciones, transporte y tiempo de viaje hasta el lugar del sistema.

### **III METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación.**

#### **Tipo de investigación.**

##### **Por propósito**

Según el artículo denominado Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria (2014), Es una investigación aplicada, ya que pretende generar conocimientos aplicándolo directamente para solucionar los problemas de una comunidad o grupo de personas. Se basa esencialmente en las novedades tecnológicas de la investigación relacionando la teoría con el producto.

De acuerdo a lo anteriormente indicado considerando que en el presente trabajo de investigación se utilizarán los conocimientos y las bases teóricas en el área de la ingeniería para solventar el problema que es la falta de suministro de agua para satisfacer las necesidades básicas de la población Isla Iscata el tipo de investigación es **aplicada**.

##### **Diseño de la investigación.**

**Según** SAMPIERI, (2006), los diseños cuasi experimentales son aplicados situaciones reales en donde no se seleccionan los grupos aleatoriamente, pero se pueden manipular las variables experimentales.

Tomando en cuenta la referencia el presente trabajo de investigación se utiliza una muestra no aleatoria por lo tanto es **cuasi experimental** que se manipula variables que son sistema bombeo.

### **3.2. Variables y operacionalización.**

VARIABLE INDEPENDIENTE: Sistema de bombeo con paneles solares y sistemas convencionales.

#### **Definición conceptual:**

Según la Secretaría agua potable y saneamiento básico, (2014), el bombeo de agua realizado con la energía del sol de tipo fotovoltaica es una aplicación importante para los sistemas aislados. Demostrando por muchos años que es efectiva para el suministrar agua potable en las zonas rurales, y en las actividades agrícolas (irrigación) y ganaderas (abrevaderos).

De acuerdo con el Sistemas de bombeo de agua ubicado el Chaco Boliviano, (2004), hay varias muchas formas de bombear agua desde un pozo perforado. La diferencia esta es en el tipo de energía que utiliza. Se puede usar varios tipos de energía, como la solar, eléctrica y a diésel. Cada una contiene ciertas ventajas y desventajas. Para desarrollar un sistema de bombeo de agua, es necesario identificar los detalles de cada energía antes de seleccionar el sistema que se aplicará.

VARIABLE PENDIENTE: Evaluación técnico económico:

#### **Definición conceptual:**

Según ROSALES POSAS, (1999), la evaluación técnica brinda la oportunidad de proponer y analizar las diversas opciones a nivel tecnológico que generan bienes y servicios necesarios, también permite verificar la factibilidad técnica que tiene de cada una de ellas. Este análisis selecciona los equipos, materiales, máquinas, materias primas e instalación necesarios para el desarrollo de este proyecto.

Según JERI DE PINCHO, (2014), Comúnmente para formular y evaluar proyectos públicos relacionados con bienes o servicios sociales inmediatamente se consideran las variables costo/efectividad. Exactamente, ¿qué refleja esta ratio? El ratio está relacionado con el costo de la inversión de acuerdo a los precios a nivel social y la cantidad de personas que podrán beneficiarse del proyecto. El ratio está relacionado con el costo de la inversión de acuerdo a los precios a nivel social y la cantidad de personas que se beneficiarán con este proyecto

#### **La matriz de operacionalización en el anexo n°2**

### **3.3. Población muestra y muestreo**

#### **POBLACION:**

Según ARIAS ODÓN, (2016), define como población al grupo de elementos que poseen características similares que permitirá desarrollar las conclusiones de esta investigación. Estará definida por el problema planteado y por los objetivos del estudio.

Tomando en cuenta la definición anteriormente indicada la población seleccionada en investigación está conformada por sistemas de bombeo en la región de Puno

#### **MUESTRA:**

Según ARIAS ODÓN, (2016), está representado por el subconjunto de la población que se ha considerado.

Considerando la definición indicada la muestra para la presente investigación es de carácter no aleatorio y está definida por el sistema de bombeo con paneles solares y sistemas convencionales en el centro poblado Isla Iscata del distrito de Acora región Puno.

#### **MUESTREO:**

Según MALHOTRA, (2004), es la selección de objetos y elementos que procesan los datos que busca el investigador en donde se harán inferencias.

De acuerdo a la definición del muestreo es un muestreo no probabilístico, en la cual se ha escogido el sistema de bombeo con paneles solares y sistemas de bombeo convencionales porque son sistemas de bombeo más utilizados en zona de estudio y se adaptan a las condiciones de lugar de estudio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **Técnicas:**

Según ARIAS ODÓN, (2016), Se refiere a los procedimientos y métodos que se usan en el proceso investigativo para conseguir la información necesaria relacionado con los objetivos de la investigación

De acuerdo a lo anteriormente indicado la presente investigación emplea la técnica de **observación directa**, donde se pudo evidenciar las necesidades del centro poblado Isla Iscata, ubicación de las fuentes de agua, identificar probables lugares para la ubicación del reservorio y topografía del centro poblado.



### **Instrumentos de recolección de datos.**

CHAVEZ ABAD, (2007), Son los medios que utiliza para calcular el comportamiento de las variables entre estos se encuentran cuestionarios entrevistas listas de observación entre

El instrumento que se utilizara serán Las fichas técnicas que son las siguientes:

- Ficha técnica n°01: indicador Frecuencia de bombeo en el anexo n°3
- Ficha técnica n°02: indicadores Eficiencia global del sistema en el anexo n°4
- Ficha técnica n°03: indicador Costo directo en el anexo n°5
- Ficha técnica n°04: indicador Costo de mantenimiento en el anexo n°6

### **LA VALIDEZ.**

Según la revista científica *Assessing content validity and content equivalence using structural equation*, (2002), generalmente se realiza por medio de un panel o juicio de expertos en pocas ocasiones se realiza sobre datos empíricos.

De acuerdo a la definición anteriormente indicada el método de validación en la presente investigación será por juicio de expertos.

**Tabla 4.** *Expertos para la validez.*

<b>EXPERTO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CIP</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>ANEXO</b>
Experto N°1	Ing. Verónica Fernández Sánchez	213168	Aprobado	7
Experto N°2	Ing. Víctor Raúl Paccsi Camapaza	93305	Aprobado	8
Experto N°3	Ing. Cesar Tacusi Calla	181426	Aprobado	9 Y 10

### **CONFIABILIDAD.**

**Según** LANDEAU, (2007), define Es el grado de consistencia que un instrumento pueda brindar para que los resultados sean confiables.

### **3.5. Procedimientos.**

**ETAPA 1. ESTUDIOS BASICOS:** en esta etapa realizamos estudios básicos de ambos sistemas de bombeo de agua potable como mencionamos a continuación

- Estudio geológico.
- Estudio topográfico.
- Estudio hidrológico.
- radiación solar.

**ETAPA 2. DISEÑO HIDRAULICO:** En esta etapa realizamos los cálculos tomando en cuenta parámetros hidráulicos como son el cálculo de la población futura, cálculo del caudal promedio, cálculo de caudal máximo diario, caudal de bombeo, cálculo de perdidas primarias y secundarias, finalmente calculamos la altura manométrica y el cálculo de la potencia de bomba, a partir de estos datos calculamos los sistemas de bombeo.

**ETAPA 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES:** realizamos cálculos en base a las normas vigentes y disposiciones relacionadas a este fin de tal manera que garanticen el normal funcionamiento de la línea impulsión hasta el reservorio de acuerdo a las alturas proyectadas, realizamos el dimensionamiento del sistema de acumulación que depende la energía proporcionada por el sol que en algunas ocasiones no llega de forma constante, así mismo varia de un día a otro para el cual necesitamos acumulador de energía(baterías), así mismo comprenden cálculos que mencionamos a continuación.

- Dimensionamiento de paneles solares.
- Dimensionamiento del sistema de acumulación.
- Dimensionamiento del inversor.
- Dimensionamiento de bomba
- Dimensionamiento de baterías

**ETAPA 4. DISEÑO DE SISTEMAS CONVENCIONALES:** en esta etapa realizamos cálculos de diseño hidráulico, este cálculo lo realizamos para ambos sistemas de

bombeo a este cálculo le añadimos el montaje de subestación de media tensión ya que para la presente investigación consideramos un sistema de bombeo convencional eléctrico.

**ETAPA 5. CALCULO DEL COSTO DIRECTO:** para determinar el costo directo creamos partidas, realizamos el análisis de costos de la colocación de paneles solares y sus componentes (estructura metálica , bomba hidráulica y finalmente realizamos la partida de accesorios y tuberías para completar elementos de la estación de bombeo), de igual manera realizamos cálculos para el sistema convencional eléctrico creamos partidas (suministro e instalación de bomba, accesorios , suministro e instalación de tuberías , red primaria de media tensión).

**ETAPA 6. CALCULO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO:** para el costo de mantenimiento del sistema de bombeo con paneles solares consideramos la vida útil de los materiales, consideramos costos de mantenimiento periódico del motor bomba(anual), paneles solares (mensual) y técnico operario(mensual), de igual manera realizamos un análisis para el mantenimiento periódico por refacciones y accesorios como son mantenimiento de electrobomba (anual), tarifa eléctrica (mensual)y técnico operario(mensual).

### **3.6. Método de análisis de datos:( estadística descriptiva)**

Según la revista de sociología “Técnicas de análisis de datos para investigadores sociales”, (1999), es el proceso de selección de criterios tomando en cuenta algunas herramientas como las medidas las variables utilizadas y la evaluación cualitativa o cuantitativa.

De acuerdo a la información anteriormente indicada en la presente investigación el método de análisis de datos será estadística descriptiva por que la variable es cuantitativa, la escala de medición es de razón, realizamos tabulación de cuadros, tablas, gráficos para obtener y comparar los resultados.

### **3.7. Aspectos éticos.**

En la presente investigación se consideran aspectos éticos relacionado al respeto a la autoría de las investigaciones utilizadas en la presente investigación (propiedad intelectual), la información utilizada se está citando con el autor para respetar la propiedad intelectual, se va revisar mediante turnitin la similitud de la tesis para poder obtener un porcentaje permisible de similitud. Como investigadores nos comprometemos a guardar la confiabilidad de los datos obtenidos en el centro poblado Isla Iscata y también no alterar los resultados de las pruebas estadísticas.

## **IV. RESULTADOS**

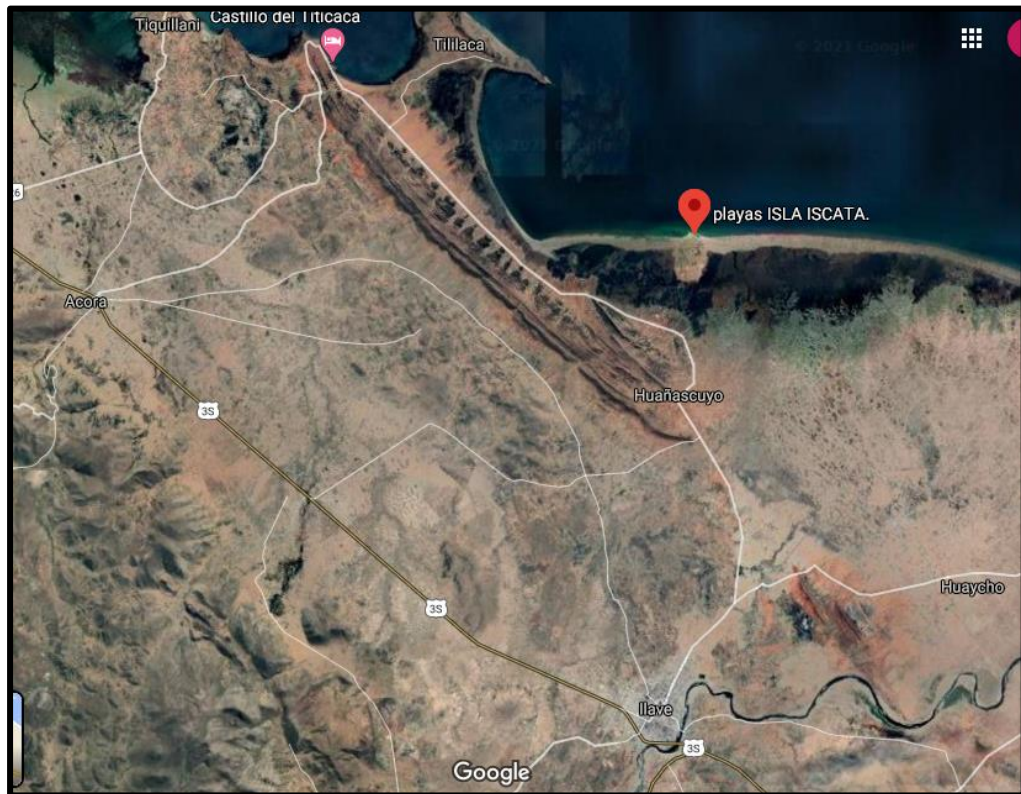
## 4.1 Desarrollo del Procedimiento

### ETAPA 1. Estudios básicos:

#### Ubicación del Área de Estudio

Departamento : Puno  
Provincia : Puno  
Distrito : Acora  
Centro Poblado : Iscata

Iscata, es una comunidad que se encuentra localizada en el Distrito de Acora, Provincia de Puno, Región Puno, ilustración (1), cuyos límites son: El Lago Titicaca una altitud de 3815 msnm.



*Ilustración 1:* Ubicación de Distrito de Acora, Provincia de Puno. Fuente: Google Map (2021)

### Formación Geológica

La zona de estudio, está ubicada en la ladera de los cerros con características rocosas, que forman parte de la cadena montañosa que atraviesa el distrito de

Acora, con una topografía con pendientes suaves y una escasa planicie altiplánicas donde se encuentra la mayor parte de la población.

De la geología regional, se contiene la zona estudiada y las áreas cercanas que están sometidas a movimientos tectónicos debido a los diversos periodos geológicos.

### **Geomorfología**

En el área se han podido establecer dos unidades morfológicas: la Cadena Montañosa y el altiplano, zona con escasa planicie, lomadas y elevaciones pequeñas, que son característicos en todo el distrito de Acora.

En las laderas con pendiente suave se visualiza algunos sitios rocosos y depósitos aluviales, como extensiones y resultado de la erosión fluvial y acarreo en medio fluido. Los depósitos que se producen son muy evidentes en la zona de estudio, la planicie es constituida generalmente por suelo fino formado por limo arenoso y arcilla con poca presencia de grava.



*Ilustración 2. Vista fotográfica de Acora*

Altiplano: La localidad de Iscata consta en su mayor parte de planicies generalmente conformadas por materia fluvioglacial y son denominadas localmente como “Pampas”. Las altitudes de estas “Pampas” varían en una altitud promedio de 3890 m.s.n.m.; donde se ubica la zona de estudio y la mayor cantidad de viviendas.



Las planicies se han originado a raíz de antiguas cuencas cerradas que han sido rellenadas total o parcialmente por material de tipo piroclástico, fluvio-glaciar o ambos a su vez afectadas por los procesos erosivos fluviales

### Trabajos de Campo

#### ➤ Calicatas

La norma Técnica E-050 señala el desarrollo de calicatas o pozos a cielo abierto para demostrar el estrato del subsuelo.

#### ➤ Muestreo de suelos

En las exploraciones realizadas al aire libre, se seleccionaron muestras distribuidas de cada uno de los estratos de las calicatas, encontrándose en la totalidad de excavaciones suelo fino como Limo, arena y arcilla con escasa presencia de grava y muy aislada para realizar los ensayos que permitan la caracterización de los suelos.

**Tabla 5.** Registro de excavaciones.

ISCATA			
Codigo	Este	Norte	Cota
C14 1	432832	8235622	3854 m
C14 2	432798	8235745	3849 m
C14 3	432694	8235655	3845 m
C 14 4	432443	8235344	3840 m

Fuente. Elaboración propia





*Ilustración 3. Excavación de calicata CALICATA C14-1 (E= 432832, N= 8235622)*



*Ilustración 4. Excavación de calicata CALICATA C14-2 (E= 432832, N= 8235622)*

Luego de realizar las excavaciones, se ha realizado la zonificación de suelos teniendo en consideración el tipo de material encontrado en las diferentes calicatas excavadas.

### **Estudio topográfico**

Para la siguiente investigación se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio del centro poblado de Isla Iscata. Que se presenta en el Anexo N°11

### **Estudio hidrológico**

**Fuentes de abastecimiento de agua:** para diseñar un sistema de bombeo de agua potable, elegimos una fuente de agua que produzca la cantidad suficiente como para abastecer a la población. Para el presente proyecto en la comunidad de Iscata el tipo de captación es agua subterránea, contamos con dos pozos, cuyos nombres son Pozo N° 01 IRU IRUNI CHALLA PATJJA, Pozo N° 02 IRU IRUNI OJJE.

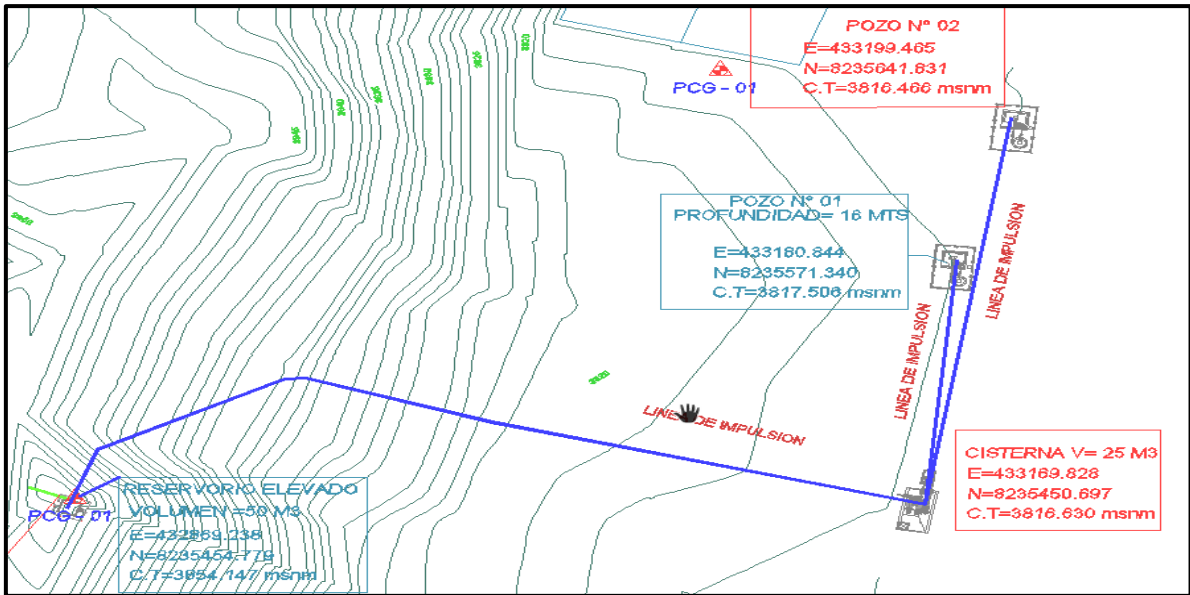


Ilustración 5. Ubicación de pozos para el suministro de agua potable

**Precipitación:** La precipitación anual del Distrito de Acora es de 1042 mm, tiene un sistema pluvial de forma irregular con dos períodos bien establecidos el húmedo se desarrolla entre diciembre y abril de los cuales febrero es el más lluvioso y el período seco corresponde a los meses desde mayo a noviembre



Ilustración 6. Ubicación de la Estación Hidrometeorológica Rincón de la Cruz, Distrito de Acora

**Tabla 6.** Variación de Precipitaciones en la estación Rincón de la Cruz – Acora - Puno

MES	PRECIPITACION
nov-11	45.00
dic-11	192.10
ene-12	155.30
feb-12	308.90
mar-12	175.70
abr-12	106.40
may-12	0.00
jun-12	0.00
jul-12	0.00
ago-12	16.00
sep-12	15.30
oct-12	27.30

Fuente: Estación Rincón de la Cruz de SENAMHI Puno

Esta va a depender de la lluvia que se genera Durante los meses de enero a marzo que es el tiempo donde se produce escorrentía

Según la información de precipitación que se producen en las 4 estaciones la precipitación durante el año es de 651.5 mm y mensualmente de 91.0 mm a 179 mm en los meses de enero y marzo, tiempo en el cual se desarrolla la escorrentía, posteriormente se disminuye gradualmente durante el resto del año, hasta la llegada de las lluvias en los meses de diciembre y enero.

**Tabla 7.** Precipitación Pluvial Aledaña en la zona de Evaluación

ESTACION	MESES													ANUAL (mm)
	ALTITUD msnm	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
LARAQUERI	3900	179	161	126	45	10.8	4.7	4.1	11	24	35	59	106	764.8
PUNO	3820	169	144	131	55	9.5	4	2.4	12	29	45	52	88.2	739.1
ILAVE	3880	169	135	115	44	9.8	5.8	5.7	16	30	38	57	80.8	705.1
PAMPA UMALZO	4601	105	101	91	22	2.1	1.8	0.9	5.4	5.5	6.1	12	45	397
TOTAL													651.5	

Fuente elaboración propia

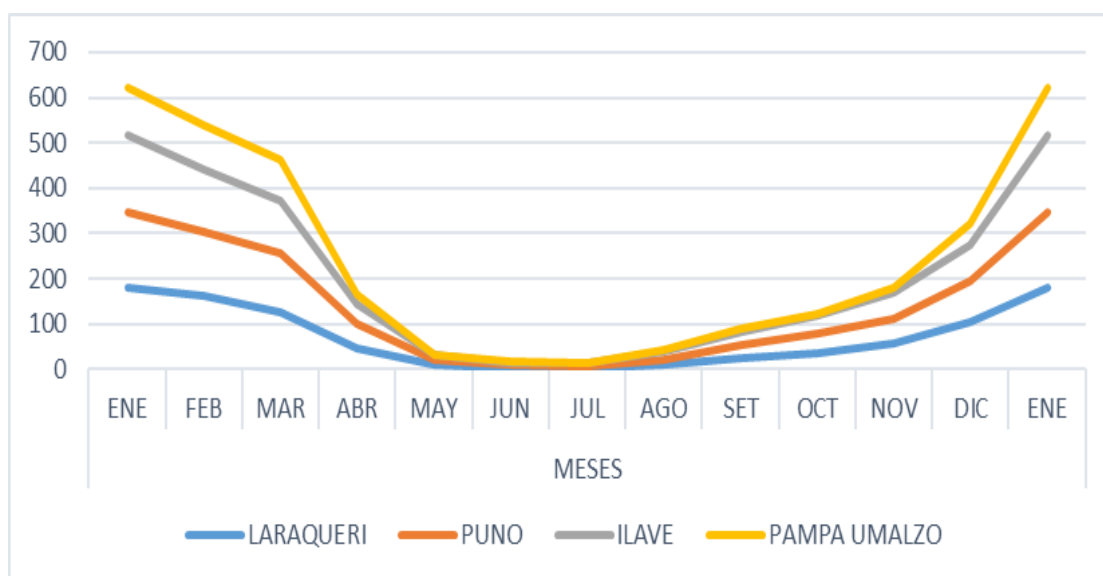


Gráfico 1. Diagrama de precipitación presentado en la zona evaluada de los nacimientos de agua destinados a los centros poblados del Distrito de Acora.

➤ **Radiación Solar:**

La radiación en los emplazamientos correspondientes a la radiación promedio de diferentes estaciones meteorológicas, datos que proporciona SENAMHI-PUNO, en la siguiente tabla podemos consultar los valores de radiación media diaria sobre un plano horizontal para cada mes del año.

**Tabla 8.** Radiación Solar promedio

MES	TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	RADIACION SOLAR DIARIO (KWh/m2/dia)	PRESION ATMOSFERICA (Kpa)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
ENERO	9,9	81,50%	6,1	67,1	2,4
FEBRERO	9,6	81,80%	6,13	67,1	2,5
MARZO	9,3	80,60%	5,94	67,1	2,4
ABRIL	8,3	78,30%	5,8	67,2	2,5
MAYO	6,9	67,80%	5,58	67,2	2,7
<b>JUNIO</b>	<b>5,9</b>	<b>60,50%</b>	<b>5 .29</b>	<b>67,2</b>	<b>3</b>
JULIO	5,6	53,80%	5,4	67,2	3,2
AGOSTO	6,8	54,20%	5,72	67,2	3,1
SEPTIEMBRE	8,1	60,60%	6,38	67,2	3,1
OCTUBRE	9,4	64,50%	6,76	67,1	2,8
NOVIEMBRE	10	70,60%	7,02	67,1	2,7
DICIEMBRE	10,1	77,40%	6,57	67,1	2,5

ANUAL	8,33	0,69	6,06	67,15	2,74
-------	------	------	------	-------	------

Fuente elaboración propia.

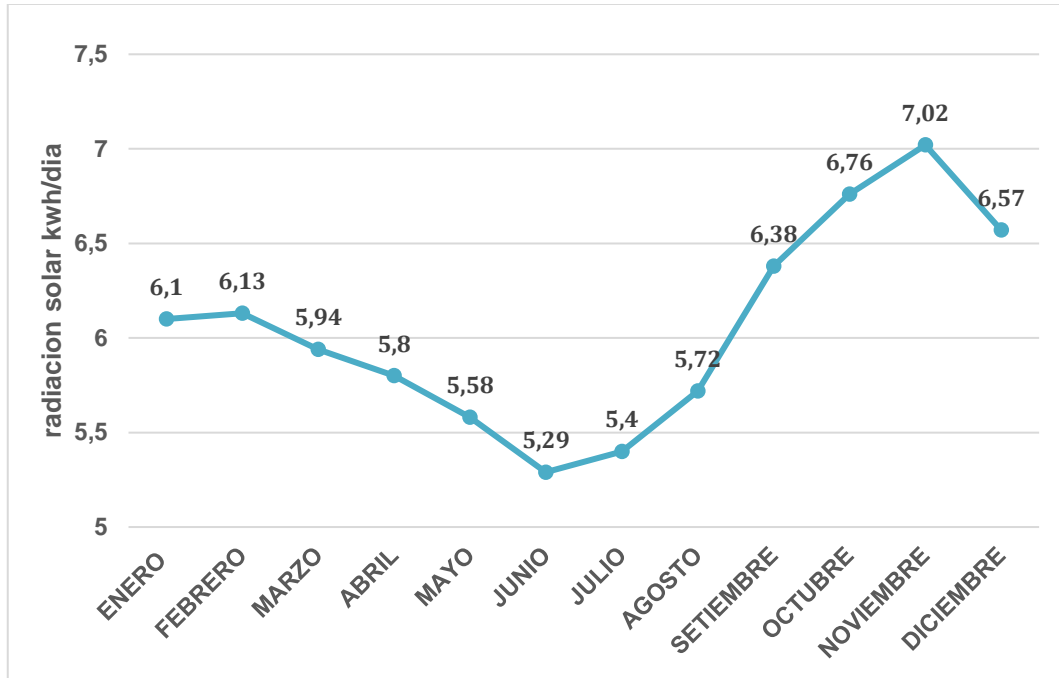


Gráfico 2. Radiación solar mensual.

Cálculo de hora solar pico (HSP): La HSP es el número de horas que tiene un día con radiación solar de 1000 w/m<sup>2</sup>, para hallar la HSP consideramos el mes más crítico de radiación, utilizando la siguiente ecuación.

$$HSP = \frac{\text{Radiacion Solar}}{1000 \text{ W/m}^2}$$

$$HSP = \frac{5,29 \text{ kwh/m}^2}{1000\text{w/m}^2}$$

$$HSP = 5,29 \text{ h}$$

## ETAPA 2. Diseño Hidráulico:

- **Cálculo de población futura:** la población en el centro poblado isla Iscata es de 508 habitantes según los indicadores del INEI la densidad poblacional en el distrito de Acora, es de 2.95 para un área rural.

**Tabla 9.** Tasa de crecimiento del departamento de Puno y densidad poblacional.

						N° Filas: 2		N° Columnas: 5		
País ▲	Departamento ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Área Urbana	Área Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
					Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼
Perú	Puno	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		1.13	-	-	-	-
		Hogar	General	Promedio de personas por hogar		3.44	3.6	3.3	-	-

Fuente: INEI, censos nacionales.

**Tabla 10.** Tasa de crecimiento del distrito de Acora y densidad poblacional.

						N° Filas: 2		N° Columnas: 5				
País ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Distrito ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Área Urbana	Área Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
							Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼
Perú	Puno	Puno	Acora	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		-0.18	-	-	-	-
				Hogar	General	Promedio de personas por hogar		2.98	3.18	2.95	-	-

Fuente INEI, censos nacionales.

Los parámetros de diseño que tomamos para la presente investigación son los siguientes:

Tasa de crecimiento: 1.13 (Departamento de Puno)

Densidad Poblacional: 2.50 (densidad poblacional tomamos un valor promedio)

**Tabla 11.** Periodo de diseño de acuerdo a la población.

POBLACION	PERIODO RECOMENDABLE
2000 a 20000 habitantes	15 años
20000 a más Habitantes	10 años

Fuente Vierendel- Abastecimiento de agua y alcantarillado.

➤ **Calculamos la población futura mediante la siguiente ecuación**

$$P_f = P_0 [1 + r * t]$$

**Tabla 12.** Datos para el cálculo de la población futura.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS
r:	Tasa de crecimiento	1,13



<b>t:</b>	Periodo de diseño en años	15
<b>N°v:</b>	Números de viviendas	203
<b>n°h:</b>	Numero de hab. por viv.	2,50
<b>Po:</b>	Población inicial	508
<b>Pf:</b>	Población futura	<b>592</b>

Fuente elaboración propia.

➤ **Cálculo del caudal promedio:**

**Tabla 13.** Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

	SIN ARRASTRE	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
<b>COSTA</b>	60	90
<b>SIERRA</b>	50	<b>80</b>
<b>SELVA</b>	70	100

Fuente: Adaptado del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

$$Q_p = \frac{(P_s * Dot + P_{ns} * Dot)}{86400}$$

**Tabla 14.** Datos para el cálculo del caudal promedio.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
Dot(s):	dotación a población servida/ Persona	80	L/dia
Dot(ns):	dotación a población no servida	80	L/dia
Ps:	Población Servida	59	
Pns:	Población no Servida	533	
<b>Qp:</b>	<b>Caudal Promedio</b>	<b>0,55</b>	<b>L/s</b>

Fuente elaboración propia.

➤ **Cálculo del caudal máximo diario:**

$$Q_{md} = Q_p * K_1$$

**Tabla 15.** Coeficiente de variaciones

Coeficiente de variación	Coeficiente
Coeficiente de variación diaria (K <sub>1</sub> )	1.30
Coeficiente de variación horaria (K <sub>2</sub> )	1.80 - 2.50

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
K1:	Factor de Caudal Diario	1,30	(Factor para localidades rurales)
Qp:	Caudal Promedio	0,55	L/s
Qmd:	Caudal Máximo Diario	0,72	L/s
QTd:	Caudal total Diario	62,00	m3/día

➤ **Caudal de Bombeo:**

Para seleccionar sistema de bombeo, se deben determinar el caudal o los diferentes caudales con que trabajan estos equipos durante su vida útil. Considerando que es poco práctico que se mantenga el bombeo durante 24 horas diarias, se hace necesario aumentar el caudal según los requerimientos de las horas de bombeo.

Este caudal lo utilizamos para la selección de bombas y se determinó por la siguiente ecuación:

$$Q_B = Q_{\max .dia} * \frac{24}{T_b}$$

**Tabla 16.** Datos para el cálculo de caudal a bombear.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
Tb:	Horas de Bombeo Diario	6	Horas
Qmax.dia	Caudal máximo diario	0,72	L/s
QB:	Caudal de Bombeo Diario	2,9	L/s
		0,0029	m3/s
		10,37	m3/h

Fuente elaboración propia.



➤ **Cálculo de diámetro de bombeo:**

para determinar el diámetro de las líneas de impulsión de bombas, realizamos el cálculo del diámetro por Bresse.

$$D = 1.3 * \left( \frac{N}{24} \right)^{0.25} * \sqrt{Q_B}$$

**Tabla 17.** Datos para el cálculo de diámetro de Bresse.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
QB:	Caudal de Bombeo Diario	0,0029	m3/s
N:	Número de Horas de Bombeo	6	H
Dimp:	Diámetro de la Tubería de Impulsión (estimado)	0,05	M
Dimp:	Diámetro de la Tubería (normalizado)	0,05	M
Dimp:	Diámetro de la tubería equivalente	2,00	pulg.
	Diámetro interior de la tubería de Impulsión	0,055	M
	Espesor de la tubería de Impulsión	0,004	M
	Diámetro exterior de la tubería de impulsión	0,059	M

Fuente elaboración propia.

RECALCULANDO

➤ **Cálculo de pérdidas en la tubería:**

Para determinar las pérdidas de carga por fricción en la tubería de impulsión (pérdidas primarias) utilizamos la ecuación de Hazen - Williams.

$$S = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

**Tabla 18.** Datos para el cálculo de pérdidas primarias en la tubería.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
Qb:	Caudal de Bombeo	0,003	m <sup>3</sup> /s
D:	Diámetro de la tubería de impulsión	0,05	m
C:	Coefficiente de Hazen - Williams	140,00	(anexo n° 12)
L:	Longitud del tramo de la Línea de impulsión	335,30	m
S:	Relación de Hazen - Williams	0,0446	

Fuente elaboración propia.

Reemplazamos en la siguiente ecuación.

$$h_f = S \times L$$

$$h_f = 0,0607 * 335,30$$

$$h_f = 14,97 \text{ m}$$

Reemplazando los datos de la tabla n°18 obtenemos la altura de pérdidas primarias que resulta 14,97.

➤ **Cálculo de pérdidas secundarias:**

Cálculo de la velocidad Media del Fluido en la Tubería

$$Q_B = 0.0004264 * C * D^{2.65} * S^{0.54}$$

$$V = Q/A$$

**Tabla 19.** Datos para calcular la velocidad media del fluido.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	DATOS	UNIDAD
Himp:	Altura de punto de bombeo	Hsuc =	3816,00	m.s.n.m.
Hdesc:	Altura de descarga de Reservoirio	Hdesc =	3869,00	m.s.n.m.
C:	Constante de Hazem -Williams	C =	140,00	
L:	Longitud de la tubería	L =	335,30	m

$\Delta H$ :	Diferencia de alturas	$\Delta H =$	53,00	m
S:	Pendiente de Carga Unitaria o pendiente de energía	$S = \frac{\Delta H}{(L/1000)}$	S = 158,067402	
Dimp:	Diámetro de tubería de impulsión	Dimp=	0.05	m
QB:	caudal de bombeo diario	QB=	0,0029	m3/S
V:	velocidad media del fluido	V=	1,42	M/S

Fuente elaboración propia

Se utilizó la siguiente ecuación para determinar las pérdidas de carga por accesorios.

$$H_s = \frac{K * V^2}{2 * g}$$

**Tabla 20.** Datos para el cálculo de pérdidas secundarias (pérdida de carga por accesorios anexo n°13).

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
V:	Velocidad Media del Fluido en la Tubería	1,42	m/s
g:	Gravedad	9,81	m/s <sup>2</sup>
K1:	Válvula Check	2,50	
K2:	válvula de compuerta	1,00	
K3:	Derivación en T	0,50	
K4:	Codos de 90°	0,90	
K5:	Codos de 45°	0,40	
K6:	Uniones y empalmes	0,10	
Kt:	Suma total de pérdidas	16,50	
hs:	Pérdidas secundarias	1,70	m

Fuente elaboración propia.

➤ **Altura manométrica de bombeo del sistema:**

para determinar la altura de bombeo del sistema realizamos la suma de pérdidas, altura de succión (para instalación de una bomba sumergible tomamos la altura de succión 0) y altura total de la tubería instalada.

$$H_n = H_g + h_f + h_s + h_{suc}$$

**Tabla 21.** Datos para el cálculo altura manométrica.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
Hg:	Altura total de la tubería instalada	53,00	M
hf:	Pérdidas Primarias	14,97	M
hs:	Pérdidas Secundarias	1,7	M
Hsuc:	Altura de Succión	0,00	M
<b>Hn:</b>	<b>Altura Manométrica de Bombeo</b>	<b>70,00</b>	<b>M</b>

Fuente elaboración propia.

➤ **Cálculo de potencia de la bomba:**

$$P_B = \frac{\delta * g * Q_B * H_t}{n_t}$$

**Tabla 22.** Datos para el cálculo potencia de la bomba.

ABREVIATURA	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
$\delta$ :	Densidad del agua	$\delta =$ 998,23	kg/m <sup>3</sup>
g:	Gravedad	g = 9,81	m/s <sup>2</sup>
Ht:	Altura total de Bombeo	Ht = 70,00	M
QB:	Caudal de Bombeo	QB = 0,003	m <sup>3</sup> /s
$\eta_b$ :	Eficiencia del Impulsor	$\eta_b =$ 0,65	
$\eta_m$ :	Eficiencia del motor	$\eta_m =$ 0,85	
$\eta_t$ :	Eficiencia Bomba	$\eta_t =$ 0,55	
PB:	Potencia Requerida de la Bomba	PB = 3,57	KW

		PB = 4,79 HP
PB:	Potencia Requerida de la Bomba en valores comerciales	PB = 5,00 HP
-	-	PB = 3,73 KW

Fuente elaboración propia

Hallamos la eficiencia de la bomba:

$$n = n_{Bomba} * n_{Motor}$$

$\eta_{Bomba}$ : Eficiencia del impulsor (0.65)

$\eta_{Motor}$ : Eficiencia del motor (0.85)

reemplazando:

$$\eta_t = 0,65 * 0,85$$

$$\eta_t = 0,55$$

### BOMBA PROPUESTA:

En la siguiente tabla podemos observar el resumen de valores para la bomba propuesta.

**Tabla 23.** Resultados de los cálculos hidráulicos.

ABREVIATURA	DESCRIPCION		UNIDAD
Ht:	Altura de Bombeo del Sistema	70,00	m
Qb:	Caudal de Bombeo	10,37	m3/h
Dimp:	diámetro de la tubería	2,00	pulg.
PB :	Potencia Requerida de la Bomba en valores comerciales	5,00	HP

Fuente elaboración propia.

### ETAPA 3. Diseño del sistema de bombeo con paneles solares:

Estimación de consumo: según el catálogo de Pedrollo elegimos bombas sumergibles con los datos que obtuvimos anteriormente como el caudal de bombeo 2.9 l/s que equivale a 174 l/min y la altura manométrica es de 70m. por lo tanto para nuestro diseño elegimos el modelo 4RS33G/30 TRIFASICO (anexo n° 15) que tiene una potencia de 2.2 KW para una altura manométrica de 70 metros con un caudal de 80 l/s por habitante.

**Tabla 24.** Consumo medio diario

DESCRIPCION	ELECTROBOMBA	LAMPARA 30w
Cantidad	3	3
Potencia Instalada(w)	2200	30
tiempo de uso al dia(h)	6	2
Energía inst.(Wh/dia)	39600	180
Margen de seguridad	20%	20%
energía inst.*margen de seguridad	7920	36
Consumo diario (Wh/dia)	47520	216
Consumo diario (KWh/dia)	47,52	0,216
Consumo diario total (Wh/dia)	47520	216

Fuente elaboración propia.

**Tabla 25.** Datos para calcular el consumo medio diario real

DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
<b>Tipo de uso: Sistema de Bombeo</b>		
Panel solar	320	Wp
Voltaje nominal	48	V
Electrobomba	2200	W
Lampara de 30W	30	W
Consumo medio diario (AC)	47736	Wh/dia

Eficiencia de la batería ( $\eta_{bat}$ )	0,8	
Eficiencia de inversor ( $\eta_{inv}$ )	0,85	
Eficiencia de conductor ( $\eta_{con}$ )	0,95	
Consumos medios diarios final (Lmd)	73894,74	Wh/dia
Hora solar pico (HSP)	5,29	Wh/m2/dia

Fuente elaboración propia.

Calculamos el consumo medio diario total con la siguiente ecuación:

$$L_{md} = \frac{L_{mdAC}}{\eta_{bat} * \eta_{inv} * \eta_{con}}$$

Donde:

Lmd: consumo medio diario

$\eta_{bat}$ : eficiencia de la batería (80%)

$\eta_{inv}$ : eficiencia del inversor (85%)

$\eta_{con}$ : eficiencia de, conductor (95%)

Reemplazamos:

$$L_{md} = \frac{47,736 \text{ wh/dia}}{0,80 * 0,85 * 0,95}$$

$$L_{md} = 73894,74 \text{ cwh/dia}$$

### ➤ DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL SOLAR.

$$N_T = \frac{L_{md}}{P_{MPP} * HPS * PR}$$

Donde:

NT: número de módulos solares

Lmd: consumo medio diario

P\_MPP: potencia pico del módulo(320w)

HPS: horas de sol pico(5,29)

PR: factor global de funcionamiento varía de 0.65 a 0.90 (90%)

Reemplazamos:

$$NT = \frac{73894,74cwh}{320 * 5.29 * 0.95}$$

**NT=46 módulos solares**

### Agrupación de paneles solares en serie y paralelo.

**Tabla 26.** Datos para determinar número de paneles en serie y paralelo.

DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
Consumos medios diarios	73894,74	Wh/dia
potencia pico del módulo (PMPP)	320	Wp
Hora solar pico (HSP)	5,29	Wh/m2/dia
factor global de funcionamiento (PR)	0,95	
<b>N° numero de módulos solares (NT)</b>	<b>46</b>	<b>Und</b>
Tensión de batería (VBAT)	48	v
Tensión máxima del módulo (Vmax)	37,65	v
N° numero de módulos solares (NSERIE)	2,0	Und
N° numero de módulos solares en paralelo (NPARALELO)	23	Und

Fuente elaboración propia.

Reemplazamos los datos de la tabla de n°26 en las siguientes ecuaciones.

Calculo número de paneles en serie.



$$N_{SERIE} = \frac{V_{BAT}}{V_{MAX}}$$

$$N_{serie} = \frac{48\text{ v}}{37.65\text{ v}}$$

$$N_{serie} = 1.27 \approx 2$$

Calculo número de paneles en paralelo.

$$N_{PARALELO} = \frac{N_T}{N_{SERIES}}$$

$$N_{paralelo} = \frac{46}{2}$$

$$N. \text{ Paralelo} = 23$$

Por lo tanto, determinamos 23 paneles colocados en paralelo y 2 panel en serie.

➤ **Dimensionamiento del sistema de acumulación.**

En el presente proyecto usamos baterías de una capacidad de 600Ah y un voltaje de 48V, el dimensionamiento depende de los niveles de descargar y los días de autonomía.

**Tabla 27.** Datos para determinar el sistema de acumulación (baterías).

DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
consumo medio diario (Lmd)	73,894.74	Wh/dia
profundidad de descarga máxima		
estacional (Pdmaxe)	0,7	
profundidad de descarga máxima diaria		
(Pdmaxd)	0,15	
número de días de autonomía(N)	2	
factor de modulo (F)	0,95	
Tensión de batería (VBAT)	48	V
capacidad nominal diaria (Cmd)	518559,56	Wh

capacidad nominal diaria (Cmd)	10803,32	Ah
capacidad nominal estacionaria (Cmd)	222239,81	Wh
capacidad nominal estacionaria (Cmd)	4630,00	Ah
capacidad de baterías C	600	Ah
voltaje de la batería (V)	48	
numero de baterías (Nb)	18	Und

Fuente elaboración propia.

- Capacidad nominal en función de descarga máxima

$$C_{md} = \frac{L_{md}}{PD_{maxd} * F} \quad \text{Capacidad nominal diaria W/h}$$

Reemplazamos:

$$C_{md} = \frac{73894,74}{0,15 * 0,95}$$

$$C_{md} = 518559,56 \text{ Wh}$$

$$C_{md} = \frac{C_{md}}{V_{bat}} \quad \text{Capacidad nominal diaria Ah}$$

Reemplazamos:

$$C_{md} = \frac{518559,56}{48}$$

$$C_{md} = 10803,32 \text{ Ah}$$

- Capacidad nominal de batería en función de la máxima descarga estacional.

$$C_{me} = \frac{L_{md} * N}{PD_{maxd} * F} \quad \text{Capacidad nominal estacional Wh}$$

Reemplazando.

$$C_{me} = \frac{73894,74 * 2}{0.70 * 0.95}$$

$$C_{me} = 222,239.81Wh$$

$$C_{me} = \frac{C_{md}}{V_{bat}}$$

Capacidad nominal estacional Ah

Reemplazando:

$$C_{me} = \frac{222,239.81}{48}$$

$$C_{me} = 4630,00$$

➤ **Dimensionamiento del regulador.**

**Tabla 28.** Dimensionamiento del regulador

DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
Factor de seguridad del regulador	1.25	
corriente de corto circuito (I <sub>cc</sub> )	9,1	A
numero de ramas en paralelo (NP)	23	
potencia de cargas alterna (P <sub>ac</sub> )	2230	W
Tensión de batería (VBAT)	48	V
eficiencia del regulador (η <sub>reg</sub> )	0,9	
corriente de entrada al regulador (I entrada)	261,34	A
corriente de salida al regulador (I salida)	64,53	A
corriente del regulador (I r)	261,34	A

Fuente elaboración propia.

- Corriente de entrada al regulador.

$$I_{entrada} = 1,25 * I_{cc} * NP$$

Reemplazando:

$$I_{entrada} = 1,25 * 9,1 * 23$$

$$I_{entrada} = 261,34 A$$

- Corriente de salida del regulador.

$$I_{salida} = \frac{1,25 * \left(\frac{P_{ac}}{n_{reg}}\right)}{V_{BAT}}$$

Reemplazando:

$$I_{salida} = \frac{1,25 * \left(\frac{2,230}{0,9}\right)}{48}$$

$$I_{salida} = 64,53 A$$

➤ **Dimensionamiento del inversor.**

**Tabla 29.** Dimensionamiento del regulador.

DESCRIPCION	DATOS	UNIDADES
factor de seguridad del inversor	20%	
potencia de cargas alterna (Pac)	2230	W
factor para picos de arranque (S)	5	
potencia del inversor (P inv)	2676	W
potencia del inversor (P inv) con S	13380	W

Fuente elaboración propia.

Cálculo de potencia de cargas en alterna.

$$P_{inv} = 1,2 * P_{ac} * S$$

Reemplazando:

$$P_{inv} = 1,2 * 2230 * 5$$

$$P_{inv} = 13,380 W$$

En el dimensionamiento de la presente investigación nos resultó 46 paneles de 320w cada uno, los cuales son 23 en paralelo y 2 en serie con los cálculos también resulto 18 baterías estacionarias de 48v y 600 Ah y finalmente el inversor y el

regulador de 3100 watts, pero que tiene la capacidad de soportar hasta 13,380 w y 265 amperios.

**Tabla 30.** Resultados del sistema de bombeo con paneles solares.

DESCRIPCION	CANTIDAD
N° DE PANELES	46 unidades
POTENCIA DE CADA PANEL	320W
POTENCIA MINIMA DEL INVERSOR	3100W con pico de 13380 W
CAPACIDAD DE LAS VATERIAS	18 baterías de 600Ah de 48v
POTENCIA MINIMA DE LA ELECTROBOMBA	3HP - 2200W
CORRIENTE MINIMA DEL REGULADOR	261.34 A
HPS	5,29

Fuente elaboración propia.

**Orientación de Paneles:** Debido a que Perú está por debajo de la línea del Ecuador el panel debe orientarse hacia el norte con ángulos entre los 10 y 30 grados. El ángulo mínimo para la inclinación debe ser de 15 grados para asegurarse que el agua de la lluvia drene fácilmente llevándose al mismo tiempo el polvo en alturas mayores a 30 grados

Los nódulos en ocasiones deben tener más inclinación sobre el ángulo de la actitud para procurar nivelar las variaciones por las estaciones los nódulos deben inclinarse de forma correcta es decir en el hemisferio sur los nódulos deben mirar hacia el norte y en el hemisferio norte hacia el sur para saber dónde se encuentran los del sur se debe usar una brújula.

En ocasiones hay situaciones que impide la adecuada colocación de los módulos por ejemplo estos deben adaptarse sobre un techo inclinado, pero si no tiene inclinación adecuada o no está mirando al sol No trabajará de forma eficiente

#### ETAPA 4. Diseño de sistemas convencionales:

Para el dimensionamiento de sistemas convencionales en la presente investigación elegimos el sistema de bombeo convencional eléctrico en la cual los cálculos de hidráulicos para el centro poblado Isla Iscata son los mismos para ambos sistemas de bombeo a estos cálculos le agregamos la subestación de distribución monofásica (transformador) y la red primaria 13.2 kv 22.9 Kv para el bombeo de agua potable.

El centro poblado Isla Iscata cuenta con servicio eléctrico actualmente, para el suministro de energía eléctrica es necesario la construcción de una red eléctrica hasta la estación de bombeo

**Tabla 31.** Componente Sistema convencional (Eléctrico)

DESCRIPCION	CANTIDAD
subestación de distribución monofásica (transformador)	1
red primaria 13.2 kv 22.9 Kv	1
Tablero de control	3

Fuente elaboración propia.

De la tabla n° 31, nos indica 3 tableros de control interno de las cuales son: 1 tablero de control es para la caseta de bombeo n°1 ,1 tablero para la caseta n°2 y finalmente un tablero de control para la cámara de bombeo de la cisterna que va hacia el reservorio elevado.

**Cálculo de eficiencia del sistema de bombeo convencional:** Se realizó el cálculo para determinar la eficiencia global relacionado con las pérdidas que se presentan en los componentes del proceso en el sistema convencional de bombeo utilizando la siguiente fórmula:

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{PU}{PE} * 100$$

Donde:

$\eta$ : eficiencia del sistema.

PU: Potencia útil.

PE: Potencia entregada (teóricamente).

PP: Potencia perdida (perdidas en cada uno de los componentes del proceso de bombeo).

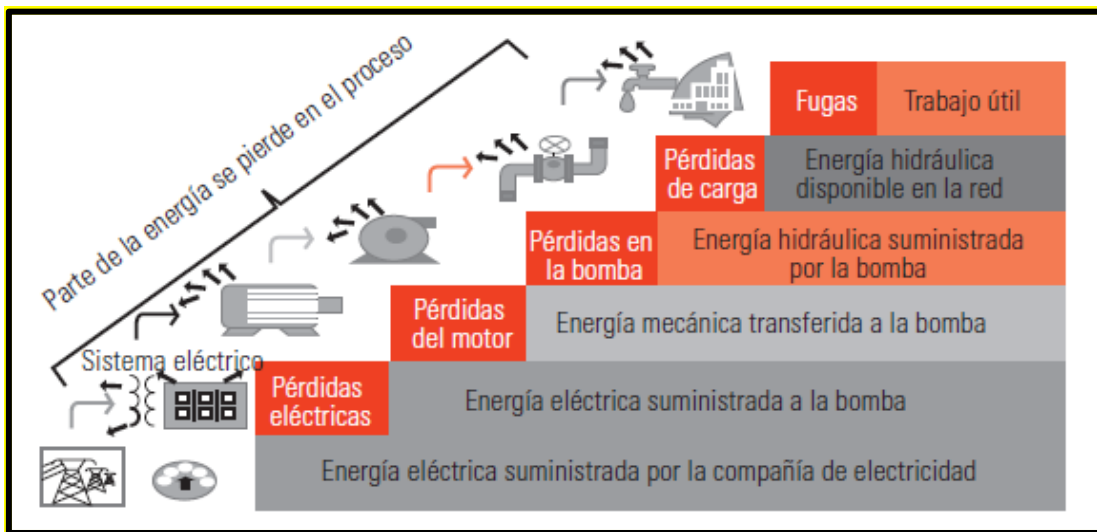


Ilustración 7. Pérdidas en cada componente del sistema de bombeo.

**Tabla 32** Datos para el cálculo de eficiencia global del sistema de bombeo convencional (considerando los siguientes parámetros).

DESCRIPCION	UNID.	PERDIDAS (%)	CANTIDAD Wh/dia
Consumo de energía (PE)	Wh/dia	47736	
Pérdidas eléctricas		3%	1432,08
Pérdidas en la bomba		45%	21481,2
Pérdidas en la succión		1%	477,36
Pérdidas en el motor		15%	4773,6
Pérdidas por fugas		6%	2864,16
<b>POTENCIA UTIL (PP)</b>			<b>31028,4</b>

Fuente elaboración propia.

Reemplazando:

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{PU}{PE} * 100$$

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{47736}{33415,2} * 100$$

$$n(\text{eficiencia}) = 65 \%$$

### ETAPA 5. Cálculo del costo directo:

Para determinar el cálculo del costo directo creamos partidas con los componentes y accesorios que tomamos en cuenta en los sistemas de bombeo con paneles solares y sistema de bombeo convencional.

#### ➤ SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES

**Tabla 33.** Partidas del sistema de bombeo con paneles solares.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
<b>1</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>	
<b>1.1.</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>	
<b>1.1.1</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO SOLAR</b>	
1.1.1.1	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2
1.1.1.2	EXCAVACION MASIVA MANUAL	m3
1.1.1.3	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 PARA ANCLAJES Y/O DADOS	m3
1.1.1.4	ESTRUCTURA METALICA 11.56x2.96 m2	jgo
1.1.1.5	PANELES FOTOVOLTAICOS 320 W	Und
<b>1.1.2</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°1</b>	
1.1.2.1	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	jgo
1.1.2.2	TABLERO ELECTRICO CONTROL AUTOMATICO PARA POZO	jgo
1.1.2.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE 2HP	jgo
1.1.2.4	CABLE ELECTRICO NYY 2 X 16 MM2. (125.0m)	M



<b>1.1.3</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°2</b>	
1.1.3.1	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	jgo
1.1.3.2	TABLERO ELECTRICO CONTROL AUTOMATICO PARA POZO	jgo
1.1.3.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE 2HP	jgo
1.1.3.4	CABLE ELECTRICO NYY 2 X 16 MM2. (195.0m)	M
<b>1.1.4</b>	<b>CASETA DE BOMBEO CISTERNA/RESERVORIO</b>	
1.1.4.1	COLOCACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	GLB
1.1.4.2	TABLERO DE CONEXIONES Y AUTOMATIZACION	jgo
1.1.4.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE 5HP	jgo

Fuente elaboración propia.

De la tabla n°34 podemos observar que la partida sistema de bombeo solar, sus componentes y el tipo de paneles que utilizamos para presente investigación resulto un costo de **6 2,230.30** soles. El costo de la partida (caseta de bombeo n°1 y caseta bombeo n°2) es de 45,231.48 y finalmente se colocó la partida de caseta de bombeo cisterna/reservorio que resulto un costo de **43.965,92** soles.

**Tabla 34.** Costo directo sistema de bombeo con paneles solares

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	SUB TOTAL
<b>1</b>	<b>COSTO DIRECTO :</b>		<b>151,427.70</b>		
<b>1.1.</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>				
<b>1.1.1</b>					<b>62,230.30</b>
1.1.1.1	m2	262.50	0.53	139.13	
1.1.1.2	m3	2.60	21.77	56.60	
1.1.1.3	m3	3.13	299.85	938.53	
1.1.1.4	jgo	1.00	13,895.84	13,895.84	
1.1.1.5	und	60.00	786.67	47,200.20	

<b>1.1.2</b>					<b>21,298.69</b>
1.1.2.1	jgo	1.00	1,281.34	1,281.34	
1.1.2.2	jgo	1.00	10,637.99	10,637.99	
1.1.2.3	jgo	1.00	4,675.61	4,675.61	
1.1.2.4	m	125.00	37.63	4,703.75	
<b>1.1.3</b>					<b>23,932.79</b>
1.1.3.1	jgo	1.00	1,281.34	1,281.34	
1.1.3.2	jgo	1.00	10,637.99	10,637.99	
1.1.3.3	jgo	1.00	4,675.61	4,675.61	
1.1.3.4	m	195.00	37.63	7,337.85	
<b>1.1.4</b>					<b>43,965.92</b>
1.1.4.1	GLB	1.00	4,960.21	4,960.21	
1.1.4.2	jgo	1.00	27,440.49	27,440.49	
1.1.4.3	jgo	2.00	5,782.61	11,565.22	

Fuente elaboración propia.

De la tabla n° 34 el costo de directo del sistema de bombeo con paneles solares resulta un total de **151,427.70** soles.

➤ SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL.

**Tabla 35.** Partidas del sistema de bombeo convencional (eléctrico).

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
<b>2</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>	
<b>2.1.</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)</b>	
<b>2.1.1</b>	<b>RED PRIMARIA 13.2 Kv, 22.9 Kv y SSEE DE LA CAMARA DE BOMBEO DE ISCATA</b>	
2.1.1.1	RED PRIMARIA 13.2 Kv, 22.9 Kv DE - CB ISCATA	GLB
<b>2.1.2</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°1</b>	

2.1.2.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und
2.1.2.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo
2.1.2.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo
<b>2.1.3</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°2</b>	
2.1.3.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	Und
2.1.3.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo
2.1.3.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo
<b>2.1.4</b>	<b>CASETA DE BOMBEO CISTERNA/RESERVORIO</b>	
2.1.4.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	Und
2.1.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo
2.1.4.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	Jgo

Fuente elaboración propia.

Para el análisis de costo directo de sistema convencional consideramos accesorios y componentes de la estación de bombeo la cual funciona con electricidad, servicio que cuenta actualmente el centro poblado de Isla Iscata. Haciendo el análisis de costos obtenemos que la caseta de bombeo n1 y n2, con sus respectivos componentes como son el tablero eléctrico, suministro y colocación de accesorios hidráulicos y eléctricos resulta un costo de 17,033.32 soles. El costo de la partida caseta de bombeo cisterna/reservorio con sus respectivos componentes resulta un costo de 16,866.66 soles y a este monto le añadimos el costo de **red primaria 13.2 kv, 22.9 y SSEE de la cámara de bombeo de Iscata** que es de **140,901.00** soles.

**Tabla 36.** Costo directo sistema de bombeo convencional (eléctrico)

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL	SUB TOTAL
<b>2</b>	<b>COSTO DIRECTO:</b>		<b>174,800.98</b>		
<b>2.1.</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)</b>				
<b>2.1.1</b>					<b>140,901.00</b>
2.1.1.1	GLB	1.00	140,901.00	140,901.00	
<b>2.1.2</b>					<b>8,516.66</b>
2.1.2.1	und	1.00	439.31	439.31	
2.1.2.2	jgo	1.00	237.35	237.35	
2.1.2.3	jgo	1.00	7,840.00	7,840.00	
<b>2.1.3</b>					<b>8,516.66</b>
2.1.3.1	und	1.00	439.31	439.31	
2.1.3.2	jgo	1.00	237.35	237.35	
2.1.3.3	jgo	1.00	7,840.00	7,840.00	
<b>2.1.4</b>					<b>16,866.66</b>
2.1.4.1	und	1.00	439.31	439.31	
2.1.4.2	jgo	1.00	237.35	237.35	
2.1.4.3	jgo	1.00	16,190.00	16,190.00	

Fuente elaboración propia.

De la tabla n° 36, el costo de directo del sistema de bombeo convencional (eléctrico) resulta un total de **174,800.98** soles.

#### **ETAPA 6. Cálculo del costo de operación y mantenimiento.**

- **SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES:** en la siguiente tabla podemos observar los costos de operación y mantenimiento se tomó en cuenta los siguientes elementos: mantenimiento periódico del panel y monitoreo general, mantenimiento de la Electrobas y monitoreo general y finalmente técnico operario.

**Tabla 37.** Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del sistema de bombeo con paneles solares.

DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (MES)	COSTO TOTAL (AÑO)
MANTENIMIENTO PERIODICO DEL PANEL Y MONITOREO GENERAL	MES	1	400	400	4,800
MANTENIMIENTO DE LA ELECTROBOMBA Y MONITOREO GENERAL	MES	1	600	600	7,200
TECNICO OPERARIO	MES	1	170	170	2,040
TOTAL				S/.	<b>14,040</b>

Fuente elaboración propia.

De la tabla n° 37, el costo de mantenimiento y operación del sistema de bombeo con paneles solares resulta un total de **14,040** soles anual.

- SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (eléctrica). para el costo de operación y mantenimiento del sistema convencional tomamos en cuenta la tarifa de electricidad el cual varia con respecto al uso y la cantidad de energía consumida.

Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad			
Pliego	Vigencia	Sector	Interconexion
PUNO	4/Mar/2021	2	
SEIN			
<b>Empresa: Electro Puno</b>			
MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
<b>TARIFA MT2: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>			
Cargo Fijo Mensual		S./mes	12.69
Cargo por Energía Activa en Punta		ctm. S./kW.h	28.00
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta		ctm. S./kW.h	23.34
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP		S./kW-mes	63.49
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP		S./kW-mes	24.00
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP		S./kW-mes	27.23
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa		ctm. S./kVar.h	4.72
<b>TARIFA MT3: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P</b>			

Cargo Fijo Mensual		S./mes	11.97	
Cargo por Energía Activa en Punta		ctm. S./kW.h	245.41	
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta		ctm. S./kW.h	25.43	
Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta		S./kW-mes	76.35	
<b>TARIFA BT5B: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>				
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	4.15	
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	78.83	
<b>TARIFA BT5B TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E</b>				
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes			<b>MCTER-Sin IGV</b>
	0 - 30 kW.h			
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.98	3.61

Ilustración 8. Tarifa de servicio eléctrico Electro Puno. Fuente Osinerming (tarifa eléctrica 2021)

De la ilustración n° 8, podemos observar el pago mensual de energía eléctrica que es s/. KW.h 78.83, a partir de este dato y el consumo medio final 98,414.86 wh/día calculamos el gasto promedio al año de energía eléctrica

$$\text{consumo anual} = 78.83 * 98,414.86 * \frac{365}{100}$$

$$\text{consumo anual} = 28,316.86 \text{ soles}$$

**Tabla 38.** Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del sistema de bombeo convencional (eléctrico).

DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (MES)	COSTO TOTAL (AÑO)
TARIFA ELECTRICA MENSUAL	MES	1.00	2,359.00	2,359.00	28,308.00
MANTENIMIENTO DE ELECTROBOMBA Y MONITOREO GENERAL	MES	1.00	550.00	550.00	6,600.00
TECNICO OPERARIO	MES	1.00	170.00	170.00	2,040.00
TOTAL				S/.	<b>36,948.00</b>

Fuente elaboración propia.

#### 4.1. INTERPRETACION DE RESULTADOS.

**Indicador 1:** Tiempo De llenado de la cisterna.

**Tabla 39.** Resultados del tiempo de llenado de la cisterna con sistema convencional y sistema fotovoltaico.

CALCULO DE TIEMPO DE LLENADO CON EL SISTEMA CONVENCIONAL			
$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros (l)}}{\text{segundo (s)}}$			
V:	Volumen del cisterna	V =	25,000.00 L
Q:	Qaudal	Q =	1.79 L/S
T:	Tiempo de llenado	T =	13966.4804 S
		<b>T =</b>	<b>3 horas y 52 seg</b>
CALCULO DE TIEMPO DE LLENADO CON EL SISTEMA FOTOVOLTAICO			
$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros (l)}}{\text{segundo (s)}}$			

V:	Volumen del cisterna	V =	25,000.00 L
Q:	Qaudal	Q =	1.79 L/s
T:	Tiempo de llenado	T =	13,966.48 s
		<b>T =</b>	<b>3 horas y 52 seg</b>

Fuente elaboración propia.

De la tabla N° 39 se puede interpretar que en ambos sistemas tanto como el sistema convencional y sistema fotovoltaico tienen el mismo tiempo de llenado de la cisterna. Tomando en cuenta los resultados anteriormente mencionados no se acepta la hipótesis, porque el sistema con paneles solares y sistema convencional tienen el mismo tiempo de llenado

**Indicador 2:** Eficiencia global del sistema.

**Tabla 40.** Resultados de la eficiencia global de los sistemas de bombeo anteriormente calculado.

DESCRIPCION		EFICIENCIA GLOBAL
SISTEMA DE BOMBEO CON PANEL SOLAR	0.72	<b>72 %</b>
SITEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)	0.65	<b>65%</b>

Fuente elaboración propia.

Interpretación: de la tabla n° 40 podemos mencionar que la eficiencia global del sistema de bombeo con panel solar es más eficiente con respecto al sistema de bombeo convencional, esto debido a que sus componentes son nuevos y la perdida



de carga es menor y en el sistema de bombeo eléctrico la pérdida de cargas es mayor por consiguiente la eficiencia global disminuye. Tomando en cuenta los resultados anteriormente mencionados se acepta la hipótesis, porque el sistema de bombeo con paneles solares resulta más rentable para la Centro Poblado Isla Iscata.

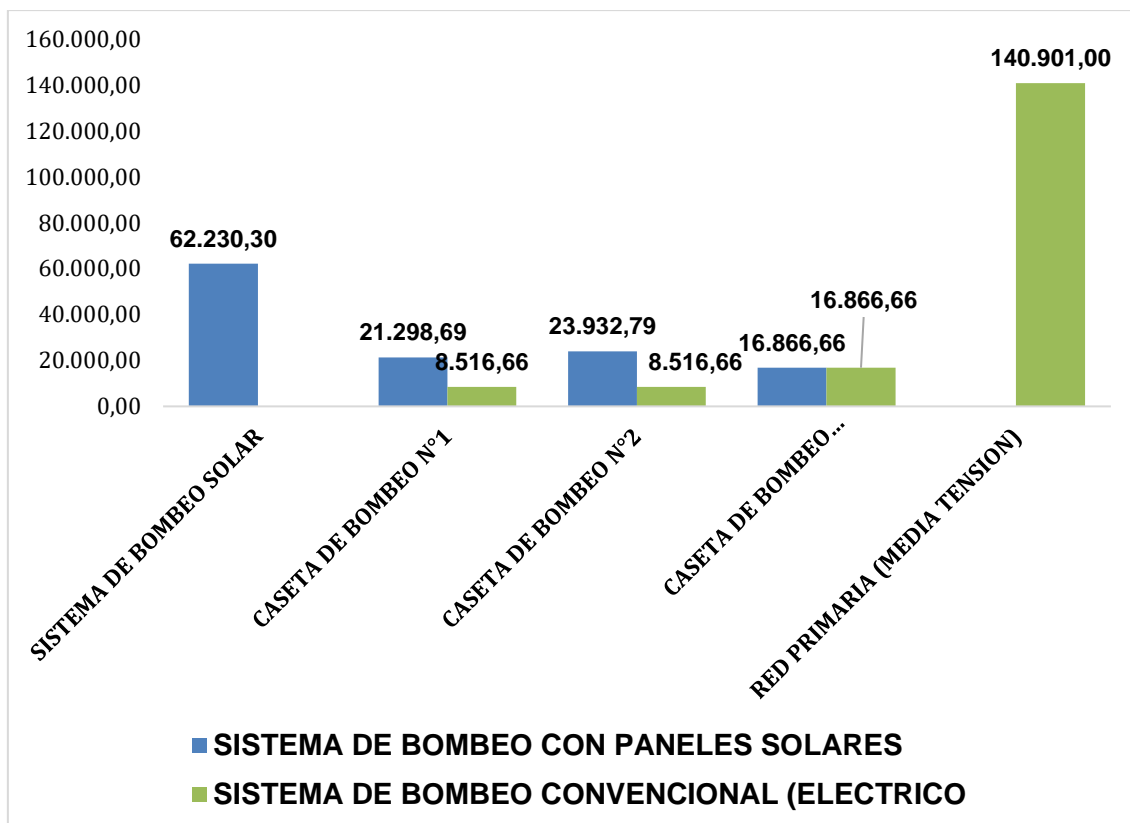
**Indicador 3:** Costo directo.

**Tabla 41.** Costo directo de los sistemas de bombeo por partida.

DESCRIPCION	SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES	SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)
SISTEMA DE BOMBEO SOLAR	62,230.30	X
CASETA DE BOMBEO N°1	21,298.69	8,516.66
CASETA DE BOMBEO N°2	23,932.79	8,516.66
CASETA DE BOMBEO CISTERNA/RESERVORIO	16,866.66	16,866.66
RED PRIMARIA (MEDIA TENSION)	X	140,901.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>124,328.44</b>	<b>174,800.98</b>

Fuente elaboración propia.

*Gráfico 3.* Análisis comparativo de costo directo por partida de ambos sistemas de bombeo



Fuente elaboración propia

**Interpretación:** según el gráfico n°3. y la tabla n°41 podemos observar que el costo directo del sistema de bombeo convencional (eléctrico) aumenta con respecto al costo por la partida instalación de red primaria (media tensión), podemos observar también que la caseta de bombeo n1 y n2 varía debido a la diferencia de sus componentes al momento del montaje de cada sistema de bombeo. De los resultados obtenidos se acepta la hipótesis porque el costo directo del sistema de bombeo con panel solar es más económico en relación al costo directo del sistema de bombeo convencional (eléctrico).

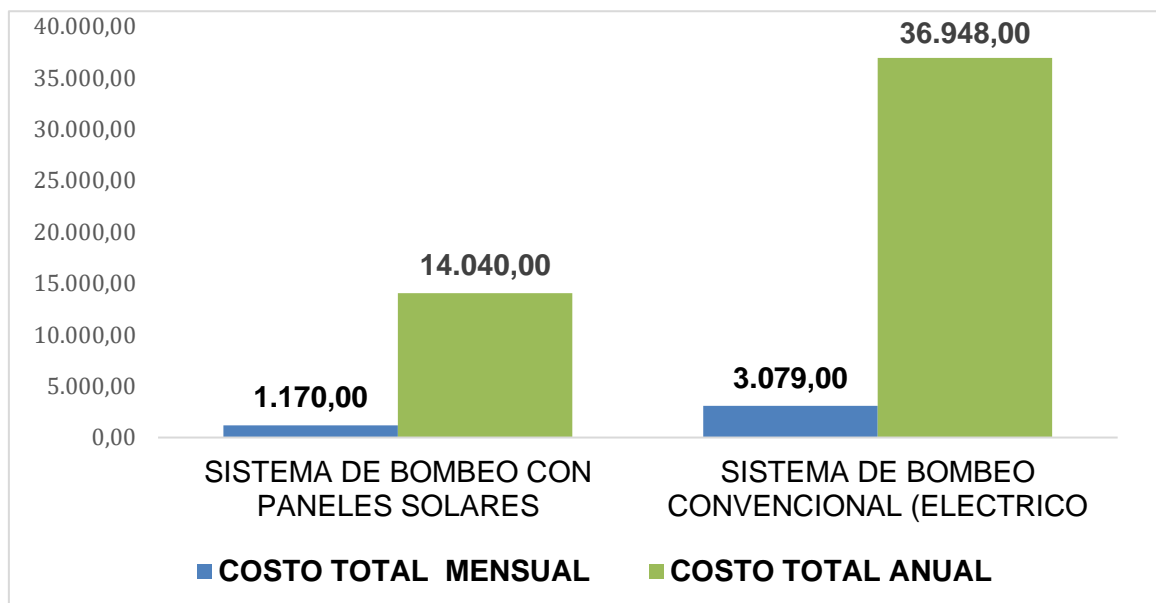
**Indicador 4:** Costo de mantenimiento.

**Tabla 42.** Costo de mantenimiento de los sistemas de bombeo mensual y anual.

DESCRIPCION	SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES	SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)
COSTO TOTAL MENSUAL	1,170.00	3,079.00

COSTO TOTAL ANUAL	14,040.00	36,948.00
-------------------	-----------	-----------

**Gráfico 4.** Análisis comparativo de costo de operación y mantenimiento de ambos sistemas de bombeo



Fuente elaboración propia

**Interpretación:** en el grafico n° 4 y tabla n°42 se visualiza que el costo de operación y mantenimiento de sistema de bombeo convencional (eléctrico) es significativamente mayor con respecto al sistema de bombeo con panel solar esto debido al pago mensual de la tarifa eléctrica que suministra a las bombas. Tomando en cuenta los resultados anteriormente indicados se acepta la hipótesis porque el costo para el mantenimiento y operatividad del sistema de bombeo con panel solar es 3 veces menos que el costo de mantenimiento del sistema convencional (eléctrico).

## V DISCUSIÓN

- De acuerdo al tiempo de llenado de cisterna el sistema desarrollado con paneles solares y sistema convencional presentan igual tiempo de llenado, esto se determinó a través de los cálculos, siendo estos de 25mts<sup>3</sup> durante 3horas con 52 segundos con un volumen total de 25mts<sup>3</sup> cúbicos. De acuerdo con lo señalado por SALCEDO (2006), los resultados generados en relación con el tiempo de llenado de una cisterna que presenta un volumen de 55mts<sup>3</sup> cúbicos fue de 5 horas con 44 minutos. Estos resultados son distintos ya que la presente investigación consideró para sus cálculos un valor de su volumen y caudal distintos a los de la investigación anterior.
- La eficiencia que presenta el sistema de bombeo con paneles solares es más eficiente frente al sistema de bombeo convencional, ya que sus componentes son nuevos y se produce una pérdida de carga menor, pero con el sistema convencional la pérdida de cargas es mayor por consiguiente la eficiencia global disminuye. Tomando en cuenta los resultados anteriormente mencionados la eficiencia del sistema de bombeo con paneles solares reflejó un 72% frente a la convencional con el 65 %. Según Asmat (2018) los resultados obtenidos con respecto a la eficiencia global del sistema es 24.95%, que se pudo obtener por la efectividad de la bomba solar (26.12%) y el panel fotovoltaico (95.54%). Finalmente, los resultados son diferentes porque en la presente investigación consideramos la pérdida en cada uno de sus componentes y según el autor solo considera las eficiencias de la bomba solar y el panel fotovoltaico.
- Así mismo en relación a los costos directos del sistema de bombeo convencional (eléctrico) fueron más elevados en comparación con los costos del sistema de paneles solares por la partida instalación de red primaria (media tensión), considerando que la caseta de bombeo n1 y n2 varia por la diferencia de sus componentes al momento del montaje de cada sistema de bombeo, generándose un gasto total de 124,328.44soles para el sistema de paneles solares frente al 174,800.98soles para el sistema convencional que es 1.5 más caro. Según Medina (2019) el costo total de un sistema convencional y fotovoltaico es 176,426.65 S/. y 123,442.96 S/. Respectivamente; el mismo que representa 1.4 veces más caro Finalmente, los resultados son similares porque realizo el análisis de costos por partidas

de las cuales algunas partidas son similares que en la presente investigación.

- En cuanto al costo de operación y mantenimiento de sistema de bombeo convencional (eléctrico) es significativamente mayor con respecto al sistema de bombeo con panel solar ya que el pago mensual de la tarifa eléctrica que suministra a las bombas ocasiona un incremento en su valor, siendo el gasto mensual para el sistema con paneles solares de 3,079 soles frente al sistema de paneles solares con el valor de 1,170 soles mensuales. Esto al año reflejaría un gasto total de 36,948 para el sistema convencional y 14,040 para el sistema de paneles solares. Según Medina (2019) el costo de operación y mantenimiento de un sistema convencional y fotovoltaico es 162,062.44 S/. y 37,509.33 S/. Respectivamente. Finalmente, los resultados son diferentes porque según el autor Medina considera la vida útil de sus componentes y en la presente investigación consideramos costo de mantenimiento mensual y anual.

## **VI CONCLUSIONES**

Luego de concluir el desarrollo de esta investigación se puede evidenciar la efectividad del sistema de bombeo con paneles solares frente al sistema de bombeo bajo el sistema convencional, evidenciados lo siguiente:

**1.-** Se ha determinado que de acuerdo al tiempo de llenado de la cisterna con el sistema de paneles solares y sistema convencional (eléctrico) nos el mismo tiempo de llenado según se indica en la tabla N°39 por lo tanto el tipo de sistema de bombeo no influye en el tiempo de llenado de la cisterna.

**2.-** Se ha determinado que en relación a la eficiencia global del sistema con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, se comprueba que la eficiencia que presenta el sistema de bombeo con paneles solares es más eficiente frente al sistema de bombeo convencional, ya que sus componentes son nuevos y se produce una pérdida de carga menor y en el sistema de bombeo eléctrico, pero con el sistema convencional la pérdida de cargas es mayor por consiguiente la eficiencia global disminuye. Tomando en cuenta los resultados anteriormente mencionados la eficiencia del sistema de bombeo con paneles solares reflejó un 68% frente a la convencional con el 63%, según indica en la tabla N°40 comprobándose que el sistema de bombeo con paneles solares resulta más rentable

**3.-** Se ha establecido que de acuerdo al costo directo con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, los costos directos del sistema de bombeo convencional (eléctrico) fueron más elevados en comparación con los costos del sistema de paneles solares por la partida instalación de red primaria (media tensión), considerando que la caseta de bombeo n1 y n2 varia por la diferencia de sus componentes al momento del montaje de cada sistema de bombeo, generándose un gasto total de 124,328.44soles para el sistema de paneles solares frente al 174,800.98soles para el sistema convencional según se indica en la tablas N°41 y el grafico N°3, lo que reafirma la hipótesis propuesta inicialmente donde determinaba que el costo directo del sistema de bombeo con panel solar es más económico en relación al costo directo del sistema de bombeo convencional (eléctrico).



**4.-** De acuerdo a el beneficio en relación al costo de manteniendo con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, se evidenció que el costo de operación y mantenimiento de sistema de bombeo convencional (eléctrico) es significativamente mayor con respecto al sistema de bombeo con panel solar ya que el pago mensual de la tarifa eléctrica que suministra a las bombas ocasiona un incremento en su valor, siendo el gasto mensual para el sistema con paneles solares de 3,079 soles frente al sistema de paneles solares con el valor de 1,170soles mensuales. Esto al año reflejaría un gasto total de 36,948 para el sistema convencional y 14,040 para el sistema de paneles solares, según las tablas N°42 y el grafico N°4 por lo tanto el sistema de bombeo con paneles solares es más económico en cuanto al mantenimiento que el sistema convencional.

**5.-** Concluyendo de esta manera que la eficiencia, costo directo y costo de operación y mantenimiento del sistema de bombeo por paneles solares resulta más eficiente técnica y económicamente que el sistema de bombeo convencional así beneficiara al abastecimiento de agua de calidad al C. P. de Isla Iscata.

## **VII RECOMENDACIONES**

- El suministro de agua es de gran importancia para el ser humano. Las comunidades deben mantener un sistema de suministro de agua que les garantice beneficios a todos en los ámbitos de calidad, eficiencia y economía.
- En tal sentido se recomienda el uso más frecuente de paneles solares para los sistemas de bombeo ya que demuestran ser más eficientes en cuanto a su capacidad de generar y distribuir agua potable, son más económicos para su implementación en los sectores y son más económicos para su mantenimiento, todas estas características reflejan una ventaja significativa frente a los sistemas de bombeo que tradicionalmente se han utilizado.
- Para mejorar la eficiencia de los paneles solares se tiene que hacer limpieza con un paño seco por lo menos una vez al mes, para así captar la mayor energía solar.
- En la selección de bombas es importante utilizar los manuales de los fabricantes, para asegurar una correcta elección de la bomba. Además, es importante capacitar a un responsable para realizar los mantenimientos correspondientes de las bombas.

## REFERENCIAS

1. **(SNL), Sandia National Laboratories. 1998.** *The Renewable Energy Program in Mexico.* Albuquerque, Nuevo Mexico. : quarterly highlights Sandias photovoltaics program Volumen 4, 1998.
2. **AGUERO PITTMAN, Roger. 1997.** *Agua potable para poblaciones rurales.* Lima Perú : Edición: Asociación Servicios Educativos Rurales(SER) Jr. Pezet y Monel (antes Tupac Amaru), 1997.
3. **ARIAS ODÓN, Fidias. 2016.** *Introducción a la metodología científica 5ta Edicion.* Caracas Venezuela : Productividad académica de egresados de Doctorados en Educación de universidades venezolanas, 2016. SBN: 980-07-8529-9.
4. **—. 2016.** *Introducción a la metodología científica 5ta Edicion.* Caracas : roductividad académica de egresados de Doctorados en Educación de universidades venezolanas, 2016. SBN: 980-07-8529-9.
5. **ARIJA, David. 2010.** *Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas.* Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior. Leganes : s.n., 2010. Proyecto fin de carrera industrial especialidad electricidad.
6. **ASMAT CACERES, Cindy Pierine. 2018.** *Determinación de la eficiencia de un sistema de bombeo fotovoltaico en el distrito de yaurisque.* Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú : Facultad de Ingeniería Agrícola, 2018. Tesis para optar el título de ingeniero agrícola.
7. **ASMAT CACERES, cindy pierine. 2018.** *Determinación de la eficiencia de un sistema de bombeo fotovoltaico en el distrito de yaurisque –cusco [En línea].* Facultad de Ingeniería Agrícola. Lima, Perú : s.n., 2018. Tesis para optar el título de ingeniero agrícola.
8. *Assessing content validity and content equivalence using structural equation.* **DING C. y HERSBERGER, S. 2002.** USA : Revista multidisciplinaria, 2002, Taylor & Francis Online. ISSN-1070-5511.
9. *Assessing content validity and content equivalence using structural equation.* **DING C. y HERSBERGER, S. 2002.** 2002, una revista multidisciplinaria. ISSN-1070-5511.
10. **BARBERÁ SANTOS, Daniel. 2014.** *Introducción a la Energía Fotovoltaica.* Sevilla : Universidad de Sevilla, 2014.
11. **BRANAN, Carl R. 2005.** *Rules of thumb for chemical engineers: a manual of quick.* New York : Gulf Professional, 2005. Isbn 978-0-7506-7856-8.

12. **Champet, Edgar Rolando Pérez. 2009.** *Optimización del Sistema de Bombeo de Agua Potable del Hospital de San Juan de Dios.* Guatemala : s.n., 2009.
13. **CHAVEZ ABAD, Richard. 2007.** *Introducción a la Metodología.* Machala : Ediciones utmach Primera edición 2015, 2007. ISBN: 978-9942-24-023-1.
14. **EDUARDO BLANCO, Marigorta y VELARDE SUÁREZ, Joaquín Fernández. 1994.** *Sistemas de Bombeo.* Universidad de Oviedo España : 1ra edición Giron, 1994. Isbn 84-604-9677-5..
15. **GARCÍA SOSA, Jorge y MORALES BURGOS, Armando. 2003.** *Determinación del diámetro en sistemas de tuberías utilizando Mathcad.* Coacalco : Ingeniería, Vol. 7, num. 1, 2003. ISSN: 1665-529.
16. **GARCIA VILLAS, Marianella. 1999.** *Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo.* IEPALA editorial. : Madrid, España., 1999. ISBN: 9788489743083.
17. **GONZÁLEZ, David. 2010.** *Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas.* Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior. s.l. : Leganes, 2010. proyecto fin de carrera industrial especialidad electricidad.
18. **HERVIAS SEGOVIA, Andrea Alexandra. 2018.** *Diseño de un sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica para suministrar agua potable a la población de maynas – Perú [En línea].* Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú : s.n., 2018. Tesis para optar el título profesional de ingeniero en energía.
19. *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria.* **Jose, LOZADA. 2014.** Quito Pichincha : s.n., 12 de 2014, CIENCIAMÉRICA, N° 3.
20. **JERI DE PINCHO, Carlos Jesus. 2014.** Rentabilidad Social en Proyectos de Inversión Pública. *LinkedIn.* [En línea] 2014.  
<https://www.linkedin.com/pulse/20140731153208-55318925-rentabilidad-social-en-proyectos-de-inversi%C3%B3n-p%C3%ABblica>.
21. **JORDAN , Thomas. 1988.** *Sistemas de agua potable por gravedad para poblaciones rurales.* [ed.] Tecnología Intermedia. Lima : 1ra Ed, 1988.
22. **LANDEAU, Rebeca. 2007.** *Elaboración de trabajos de investigación.* Guayaquil : Editorial Alfa, 2007. Vol. Volumen 69 de Colección Trópicos. ISBN 9803542141, 9789803542146.
23. **LOZA TITO, Juan Carlos. 2016.** *Evaluación técnica en diseño de bombas para sistema de agua potable en el distrito de Paucarcolla – Puno [En línea].* Facultad de Ingeniería Agrícola Escuela Profesional de Ingeniería

- Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú : s.n., 2016. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrícola.
24. **MALHOTRA, NARESH . 2004.** *Investigación de mercados: un enfoque aplicado.* s.l. : Pearson Educación, 2004. ISBN 9702604915.
  25. **MEDINA MENDOZA, alexander friedrich. 2019.** *Análisis comparativo de un sistema de bombeo de agua potable con energía solar fotovoltaica y con energía eléctrica convencional para la Localidad de Chaupi Sahuacasi, Provincia de Azángaro – Puno [En Línea].* Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú : s.n., 2019. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil.
  26. **MÉNDEZ MUÑIZ , Javier y CUERVO GARCÍA, Rafael. 2006.** *Energía solar fotovoltaica.* s.l. : Fundación Confemetal, 2006. ISBN: 84-96169-97-9.
  27. **PERALTA VERA, Aixa Anel . 2018.** *Evaluación técnico-económica de una instalación de bombeo solar fotovoltaico aplicada a la ampliación de la frontera agrícola en zonas aisladas de Arequipa [En línea].* Universidad Tecnológica del Perú. Arequipa, Perú : repositorio univesidad nacional del callao, 2018. Tesis para optar el título profesional de ingeniero en energía.
  28. **ROSALES POSAS, Ramon. 1999.** *Formulacion y Evaluación de Proyectos.* San Jose : Instito Centroamericano de adnistracion Publica-ICAP Primera Edicion, 1999. ISBN 9977-20-036-X.
  29. **SAMPIERI, HERNANDEZ Roberto. 2006.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : El Oso Panda 6ta Edición., 2006. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
  30. **Secretaría agua potable y saneamiento básico. 2014.** *Informe diagnóstico - municipio de Ocaña.* Ocaña Colombia : DAG Ingeniería S.A.S, 2014.
  31. **Sistemas de bombeo de agua en el Chaco Boliviano. 2004.** Chacao Bolivia : ManChaBol, 2004.
  32. **SNL. 1998.** *Sandia National Laboratories.* [ed.] quarterly highlights Sandias photovoltaics program. Albuquerque : The Renewable Energy Program in Mexico, 1998. Vol. 4.
  33. *Técnicas de análisis de datos para investigadores sociales.* **VIDAL DIAZ DE RADA, Igúzquiza. 1999.** Madrid : RA-MA, 1999, Papers: revista de sociología. ISBN: 84-7897-348-6.
  34. **TINTA MAMANI, juan jose. 2017.** *Aplicación de la energía solar en línea de impulsión de sistema de abastecimiento y eliminación de excretas en la localidad de isla soto [En línea].* Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de

Ingeniería Civil. Puno Perú : s.n., 2017. Para optar el título profesional de:  
ingeniero civil.

## **ANEXOS**



Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Problema General</b>	<b>Objetivos General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Variable Independiente (x)</b>		
¿Cuál será el Beneficio Técnico y Económico del uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?	Evaluar cuál será el Beneficio Técnico y Económico del uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficio significativos Técnicos y Económicos, C.P o Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES Y SISTEMAS CONVENCIONALES	D1: Bombeo con paneles solares.	Tipo de paneles solares
					Energía solar
				D2: Bombeo con sistema convencional.	Energía eléctrica
					Tipo de bomba
<b>Problema Especificos</b>	<b>Objetivos Especificos</b>	<b>Hipotesis Especificos</b>	<b>variable Dependiente (y)</b>		
1.- ¿Cuál será el Beneficio en relación al <b>tiempo de llenado del cisterna</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?	1.- Determinar cuál será el Beneficio en relación al <b>tiempo de llenado del cisterna</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	1.- El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficios significativos en relación al <b>tiempo de llenado del cisterna</b> , C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	EVALUACION TECNICO ECONOMICO	D1. Evaluación Técnica.	• Tiempo de llenado del cisterna. (HORAS).
2.- ¿Cuál será el Beneficio en relación a la <b>eficiencia global del sistema</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?	2.- Determinar cuál será el Beneficio en relación a la <b>eficiencia global del sistema</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	2.- El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficios significativos en relación a <b>eficiencia global del sistema</b> , C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.			• Eficiencia global del sistema (%)


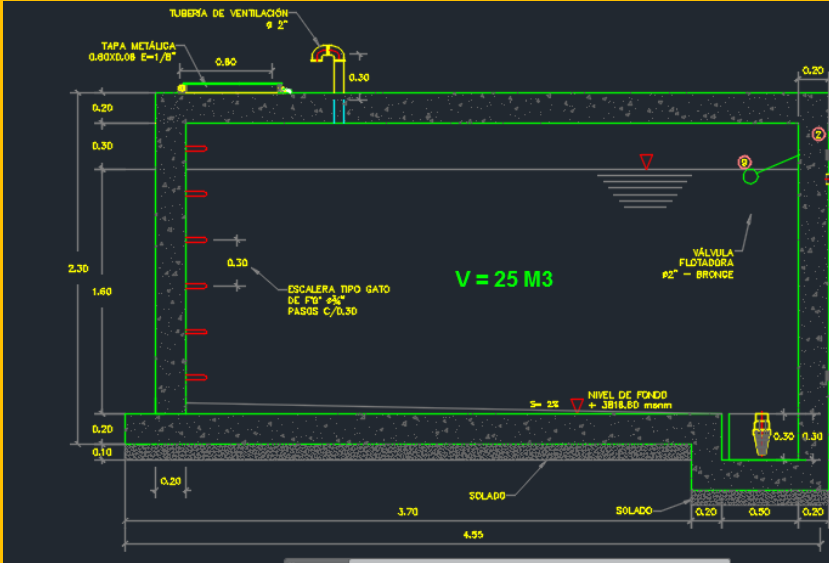
Distrito de Acora, Región Puno 2021?	de Acora, Región Puno 2021.			
<b>3.-</b> ¿Cuál será el beneficio en relación al <b>costo directo</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales en el Centro Poblado Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?	<b>3.-</b> Establecer cuál será el beneficio en relación al <b>costo directo</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales en el Centro Poblado Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	<b>3.-</b> El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficios significativos en relación al <b>costo directo</b> en el en C.P. Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.		
<b>4.-</b> ¿Cuál será el beneficio en relación al <b>costo de operación y manteniendo</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021?	<b>4.-</b> Establecer cuál será el beneficio en relación al <b>costo de operación y manteniendo</b> con el uso del Sistema de Bombeo con Paneles Solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.	<b>4.-</b> El sistema de bombeo con paneles solares presenta beneficios significativos en relación al <b>costo de operación y mantenimiento</b> , C.P Isla Iscata, del Distrito de Acora, Región Puno 2021.		
			<b>D2. Evaluación Económica.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo directo (S/)</li> <li>Costo de operación y mantenimiento (S/)</li> </ul>

Anexo 2. Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION DE CONCEPTOS	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable Independiente (x)</b>	<p><b>Según (Ocaña, 2104)</b> “El bombeo de agua con energía solar fotovoltaica es una aplicación de especial interés en sistemas aislados. Esta tecnología ha demostrado a lo largo de los años ser un modo efectivo de suministro de agua potable para usuarios y comunidades rurales, así como para aplicaciones agrícolas (irrigación) y ganaderas (abrevaderos)”.</p> <p><b>Según CARE (2004)</b>, hay varias maneras de bombear agua con pozo perforado. La diferencia consiste en el tipo de energía que se usa. Se puede utilizar varios tipos de energía, por ejemplo: energía solar o generador eléctrico a diesel. Cada tipo tiene sus ventajas y desventajas. Para diseñar un sistema de bombeo de agua, es importante conocer los detalles de cada tipo de energía antes de decidir cuál sistema es lo más aplicable para comparar.</p>	<p>se realizó estudios básicos de campo (estudio hidrológicos, estudios geológico, estudios topográficos toma de datos de radiación solar ,se realizó el diseño hidráulico es mismo diseño ambos sistemas de bombeo. Con los datos obtenidos se realizara dimensionamiento de paneles solares (dimensionamiento de paneles solares, agrupación de paneles, del sistema de acumulación, del inversor, a, de baterías. Dimensionamiento de un sistema convencional, cálculos hidráulicos, montaje subestación de media tensión, tablero de control)</p>	<b>D1: Bombeo con paneles solares.</b>	Tipo de paneles solares	razón
Energía solar				razón	
<b>Sistema de bombeo con paneles solares y sistemas convencionales</b>			<b>D2: Bombeo con sistema convencional.</b>	Energía eléctrica	razón
				Tipo de bomba	razón
<b>variable Dependiente (y)</b>	<p><b>Según rosales(2005)</b> la evaluación técnica permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la</p>	<p>Luego de efectuar el diseño mediante el sistema de bombeo con paneles solares y sistemas convencionales se comparara los parámetros tiempo de llenado del cisterna y eficiencia global de ambos sistemas de bombeo para</p>	<b>D1. Evaluación Técnica.</b>	Tiempo de llenado del cisterna. (HORAS).	razón
<b>EVALUACION TECNICO ECONOMICO</b>					

<p>factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto.</p> <p><b>Según Jerí (2014)</b> Frecuentemente en la formulación y evaluación de proyectos de inversión pública, cuando hablamos de bienes o servicios sociales, inmediatamente pensamos en la ratio Costo/Efectividad. Exactamente, ¿qué refleja esta ratio? La ratio C/E sólo compara el costo de inversión a precios sociales con el número de beneficiarios directos que impactamos con el proyecto. Aparentemente, este sería el indicador ideal para la rentabilidad social.</p>	<p>encontrar la comparación técnica .De la misma manera se efectuara el análisis de costo directo y costo de operación y mantenimiento, del diseño establecido de ambos sistemas de bombeo para hacer la comparación.</p>		<p>Eficiencia global del sistema (%)</p>	<p>razón</p>
		<p><b>D2. Evaluación Económica.</b></p>	<p>Costo directo (S/)</p>	<p>razón</p>
			<p>Costo de operación y mantenimiento (S/)</p>	<p>razón</p>

Anexo 3. Ficha Técnica Tiempo de Llenado del Cisterna.

FICHA TECNICA	TIEMPO DE LLENADO DEL CISTERNA	N°1
	<b>Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.</b>	
	<b>Distrito :</b> ACORA	<b>Altitud:</b> 3 899 m.s.n.m.
	<b>Región:</b> PUNO	<b>Latitud:</b> 15°57'41.89" S
	<b>Centro Poblado:</b> ISLA ISCATATA	<b>Longitud:</b> 69°37'41.15" O
<b>AUTORES:</b>	<b>ELNA ERICA PAUCAR MOLINA</b>	
	<b>MARIA FATIMA SUTTA QUICO</b>	
<b>SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>		
<b>TIEMPO DE LLENADO</b>		
<b>A) VOLUMEN DEL CISTERNA</b>		
		
$V = 1.6 H * 4 L * 4 A = 25.00 M3$		
<b>CAUDAL MAXIMO MAXIMO</b>		
$Q_{mm} = Q_p * K_1 * K_2$		
K1:	Factor de Caudal Diario	K1 = 1.3
K2:	Factro de Caudal Horario	K2 = 2.5
Qp:	Caudal Promedio	Qp = 0.55 L/s
Qmm:	Caudal Maximo Maximo	Qmm = 1.79 L/s

**B) CALCULO DE TIEMPO DE LLENADO CON EL SISTEMA CONVENCIONAL**

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros (l)}}{\text{segundo (s)}}$$

V:	Volumen del cisterna	V =	25,000.00 L
Q:	Qaudal	Q =	1.79 L/S
T:	Tiempo de llenado	T =	13966.4804 S
		<b>T =</b>	<b>3 horas y 52 seg</b>

**B) CALCULO DE TIEMPO DE LLENADO CON EL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros (l)}}{\text{segundo (s)}}$$

V:	Volumen del cisterna	V =	25,000.00 L
Q:	Qaudal	Q =	1.79 L/s
T:	Tiempo de llenado	T =	13,966.48 s
		<b>T =</b>	<b>3 horas y 52 seg</b>

Anexo 4. Ficha Técnica Eficiencia Global del Sistema.

FICHA TECNICA	EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA	N°2
	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.	
	Distrito: ACORA	Altitud: 3 899 m.s.n.m.
	Región: PUNO	Latitud: 15°57'41.89" S
	Centro Poblado: ISLA ISCATA	Longitud: 69°37'41.15" O
AUTORES:	ELNA ERICA PAUCAR MOLINA	
	MARIA FATIMA SUTTA QUICO	
<b>I. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>		
EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA:		
FORMULA: $E = (1 - Kb - Kc - Kr - Kv) * (1 - \frac{Ka * N}{Pd})$		
DONDE: <b>Kb:</b> Coeficiente de perdidas por rendimiento en el acumulador <b>Ka:</b> Fracción de energía que se pierde por autodescarga <b>Kc:</b> Perdidas por el rendimiento del inversor <b>Kr:</b> Perdidas en el controlador de carga <b>Kv:</b> Otras no consideradas anteriormente <b>N:</b> Número de días de autonomía para asegurar un servicio sin carga. <b>Pd:</b> profundidad máxima de descarga admisible.		
<p>The diagram illustrates the components and energy flow of a solar power system. On the left, 'Sistema de Generación' (Photovoltaic Modules) is connected to 'Sistema de Regulación' (Charge Controller). Below the charge controller is the 'Sistema de Acumulación' (Batteries). The charge controller is also connected to the 'Sistema de Adaptación de Corriente' (Inverter). The inverter provides power to 'Consumo DC' (DC loads) and 'Consumo AC' (AC loads). The SunFields logo is in the bottom right corner.</p>		

Calculamos la eficiencia global teniendo en cuenta los elementos que compone el sistema de bombeo con panel solar

DATOS.

DESCRIPCION:		EFICIENCIA (%)	PERDIDAS
sistema de acumulación(baterías)	Kb	98	0.02
batería estacionaria de energía solar	Ka	96	0.04
sistema de regulación (inversor)	Kc	97	0.03
controlador de carga	Kr	97.5	0.025
otras perdidas (perdidas en el cableado)	Kv	98	0.02
n° de días de autonomía	N	2	2
batería descargada hasta el 70%	Pd	60	0.4

Para el cálculo reemplazamos en la fórmula:

$$E = \text{EFICIENCIA GLOBAL} = 0.72$$

**72 %**

## II. SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)

EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA:

FORMULA:

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{PU}{PE} * 100$$

$$PU = PE - PP$$

DONDE:

n: eficiencia del sistema

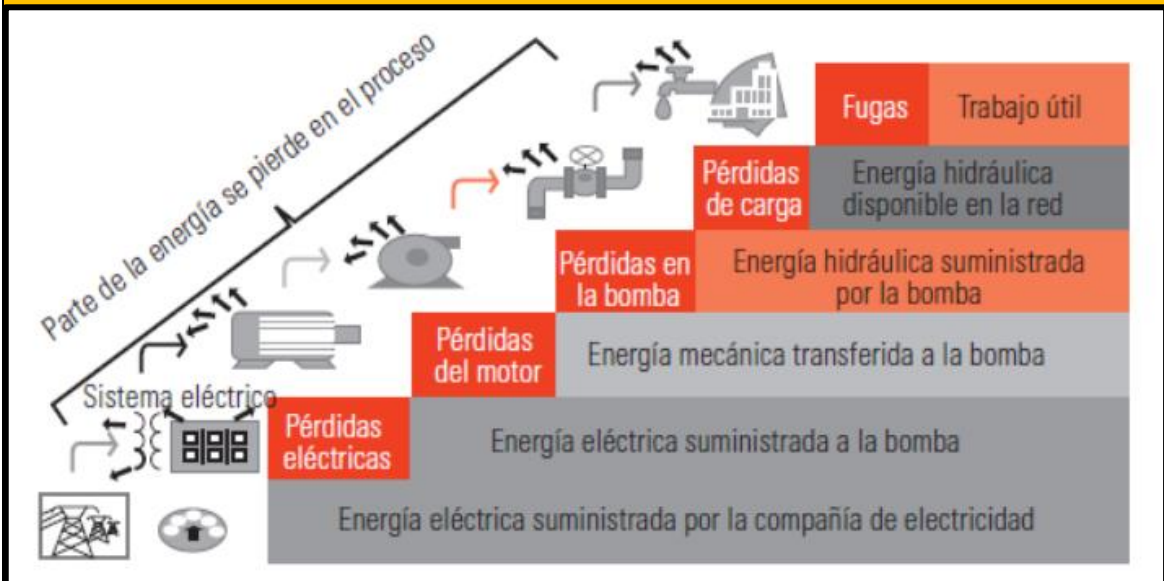
PU: Potencia útil

PE: Potencia entregada (teóricamente)



PP: Potencia perdida (perdidas en cada componente del proceso de bombeo)

diagrama de balance de energía



DATOS: (consideramos los siguientes parámetros)

DESCRIPCION	UNID.	PERDIDAS (%)	CANTIDAD Wh/día
Consumo de energía (PE)	Wh/día	47736	
Perdidas eléctricas		3%	1432.08
Perdidas en la bomba		45%	21481.2
Perdidas en la succión		1%	477.36
Perdidas en el motor		15%	4773.6
Perdidas por fugas		6%	2864.16
		<b>POTENCIA UTIL (PP)</b>	<b>31028.4</b>

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{PU}{PE} * 100$$

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{47736}{33415,2} * 100$$

$n(\text{eficiencia}) =$

65

EFICIENCIA GLOBAL **65 %**

Anexo 5. Ficha Costo Directo.

FICHA TECNICA	COSTO DIRECTO					N°3
	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.					
	Distrito: ACORA			Altitud: 3 899 m.s.n.m.		
	Región: PUNO			Latitud: 15°57'41.89" S		
	Centro Poblado: ISLA ISCATATA			Longitud: 69°37'41.15" O		
AUTORES:	ELNA ERICA PAUCAR MOLINA					
	MARIA FATIMA SUTTA QUICO					
<b>I. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>						
<b>COSTO DIRECTO DEL SISTEMA DE BOMBEO</b>						
<b>CALCULO COSTO DIRECTO</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	C.U.	C.T.	
<b>ANALISIS DE COSTO DIRECTO POR PARTIDA</b>						
<b>1</b>	<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				<b>S/. 151,427.70</b>	
<b>1.1. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>						
<b>1.1.1 SISTEMA DE BOMBEO SOLAR</b>						
1.1.1.1	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	262.50	0.53	139.13	
1.1.1.2	EXCAVACION MASIVA MANUAL	m3	2.60	21.77	56.60	
1.1.1.3	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 PARA ANCLAJES Y/O DADOS	m3	3.13	299.85	938.53	
1.1.1.4	ESTRUCTURA METALICA 11.56x2.96 m2	jgo	1.00	13,895.84	13,895.84	
1.1.1.5	PANELES FOTOVOLTAICOS 320 W	und	60.00	786.67	47,200.20	
<b>1.1.2</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°1</b>				<b>62,230.30</b>	
1.1.2.1	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	jgo	1.00	1,281.34	1,281.34	
1.1.2.2	TABLERO ELECTRICO CONTROL AUTOMATICO PARA POZO	jgo	1.00	10,637.99	10,637.99	
1.1.2.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE 2HP	jgo	1.00	4,675.61	4,675.61	
1.1.2.4	CABLE ELECTRICO NYY 2 X 16 MM2. (125.0m)	m	125.00	37.63	4,703.75	

<b>1.1.3</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°2</b>				<b>21,298.69</b>
1.1.3.1	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	jgo	1.00	1,281.34	1,281.34
1.1.3.2	TABLERO ELECTRICO CONTROL AUTOMATICO PARA POZO	jgo	1.00	10,637.99	10,637.99
1.1.3.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE 2HP	jgo	1.00	4,675.61	4,675.61
1.1.3.4	CABLE ELECTRICO NYY 2 X 16 MM2. (195.0m)	m	195.00	37.63	7,337.85
<b>1.1.4</b>	<b>CASETA DE BOMBEO CISTERNA/RESERVORIO</b>				<b>23,932.79</b>
1.1.4.1	COLOCACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	GLB	1.00	4,960.21	4,960.21
1.1.4.2	TABLERO DE CONEXIONES Y AUTOMATIZACION	jgo	1.00	27,440.49	27,440.49
1.1.4.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE 5HP	jgo	2.00	5,782.61	11,565.22
					<b>43,965.92</b>

## II. SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)

### COSTO DIRECTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

#### CALCULO COSTO DIRECTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	C.U.	C.T.
------	-------------	-----	-------	------	------

### ANALISIS DE COSTO DIRECTO POR PARTIDA

<b>2</b>	<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>				<b>S/. 174,800.98</b>
<b>2.1</b>	<b>SITEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)</b>				
<b>2.1.1</b>	<b>RED PRIMARIA 13.2 Kv, 22.9 Kv SSEE DE LA CAMARA DE BOMBEO DE ISCATA</b>				
2.1.1.1	RED PRIMARIA 13.2 Kv, 22.9 Kv DE - CB ISCATA	GLB	1.00	140,901.00	140,901.00
<b>2.1.2</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°1</b>				<b>140,901.00</b>
2.1.2.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und	1.00	439.31	439.31
2.1.2.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo	1.00	237.35	237.35
2.1.2.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo	1.00	7,840.00	7,840.00
<b>2.1.3</b>	<b>CASETA DE BOMBEO N°2</b>				<b>8,516.66</b>
2.1.3.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und	1.00	439.31	439.31

2.1.3.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo	1.00	237.35	237.35
2.1.3.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo	1.00	7,840.00	7,840.00
<b>2.1.4</b>	<b>CASETA DE BOMBEO CISTERNA/RESERVORIO</b>				<b>8,516.66</b>
2.1.4.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und	1.00	439.31	439.31
2.1.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo	1.00	237.35	237.35
2.1.4.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo	1.00	16,190.00	16,190.00
					<b>16,866.66</b>

#### Anexo 6. Ficha Técnica N°4. Costo De Operación Y Mantenimiento

FICHA TECNICA	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		N°4			
	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.					
	Distrito: ACORA		Altitud: 3 899 m.s.n.m.			
	Región: PUNO		Latitud: 15°57'41.89" S			
	Centro Poblado: ISLA ISCATATA		Longitud: 69°37'41.15" O			
AUTORES:	ELNA ERICA PAUCAR MOLINA					
	MARIA FATIMA SUTTA QUICO					
<b>I. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>						
<b>costo de mantenimiento y operación</b>						
descripcion	unidad	cantidad	c.u	costo/mes	costo/año	
mantenimiento periódico del panel y monitoreo general	Mes	1,00	400,00	400,00	4.800,00	
mantenimiento de la electrobomba y monitoreo general	Mes	1,00	600,00	600,00	7.200,00	
técnico operario	Mes	1,00	170,00	170,00	2.040,00	

<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>S/.</b>	<b>14.040,00</b>
<b>II. SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICIDAD)</b>					
<b>costo de mantenimiento y operación</b>					
<b>descripción</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>c.u</b>	<b>costo/mes</b>	<b>costo/año</b>
TARIFA ELECTRICA MENSUAL	MES	1,00	2.359,00	2.359,00	28.308,00
MANTENIMIENTO DE ELECTROBOMBA Y MONITOREO GENERAL	MES	1,00	550,00	550,00	6.600,00
TECNICO OPERARIO	MES	1,00	170,00	170,00	2.040,00
<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>S/.</b>	<b>36.948,00</b>

Anexo 7. Validación de fichas técnicas tiempo de llenado de la cisterna

FICHA TECNICA	TIEMPO DE LLENADO DEL CISTERNA	N°1
	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.	
	Distrito : ACORA	Altitud: 3 859 m.s.n.m.
	Region: PUNO	Latitud: 15°57'41.89" S
	Centro Poblado: ISLA ISCATATA	Longitud: 69°37'41.15" O
AUTORES:	ELNA ERICA PAUCAR MOLINA MARIA FATIMA SUTTA QUICO	
<b>SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>		
<b>TIEMPO DE LLENADO</b>		
A) VOLUMEN DEL CISTERNA		
$V = 1.6 H * 4 L * 4 A = 25.00 M3$		
<b>CAUDAL MAXIMO MAXIMO</b>		
$Q_{mm} = Q_p * K_1 * K_2$		
K1:	Factor de Caudal Diario	K1 = 1.3
K2:	Factro de Caudal Horario	K2 = 2.5
Qp:	Caudal Promedio	Qp = 0.55 l/s
Qmm:	Caudal Maximo Maximo	Qmm = 1.79 l/s
B) CALCULO DE TIEMPO DE LLENADO CON EL SISTEMA CONVENCIONAL		
$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros (l)}}{\text{segundo (s)}}$		
V:	Volumen del cisterna	V = 25,000.00 L

Q:	Qudal	Q =	1.79 L/s
T:	Tiempo de llenado	T =	13966.4804 s
		T =	3 horas y 52 seg

**B) CALCULO DE TIEMPO DE LLENADO CON EL SISTEMA FOTOVOLTAICO**

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros (l)}}{\text{segundo (s)}}$$

V:	Volumen del cisterna	V =	25,000.00 L
Q:	Qudal	Q =	1.79 L/s
T:	Tiempo de llenado	T =	13,966.48 s
		T =	3 horas y 52 seg

**EXPERTO 1**

APELLIDOS Y NOMBRES:	Pacsi Camapaza Victor Raul	NOTA
PROFESION:	Ing. Civil	1
REGISTRO CIP No:	93305	

  
**ER** ECOSISTEMAS FINANCIAS  
 Ing. Victor Raul Pacsi Camapaza  
 CIP. N° 93305  
 RESIDENTE DE OBRA

**EXPERTO 2**

APELLIDOS Y NOMBRES:	Fernandez Sanchez Veronica	NOTA
PROFESION:	Ing. Civil	1
REGISTRO CIP No:	213138	

  
 CONSEJO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
 DE LA ZONA NOROCCIDENTAL GUANO  
 Ing. Veronica Fernandez Sanchez  
 CIP 213138


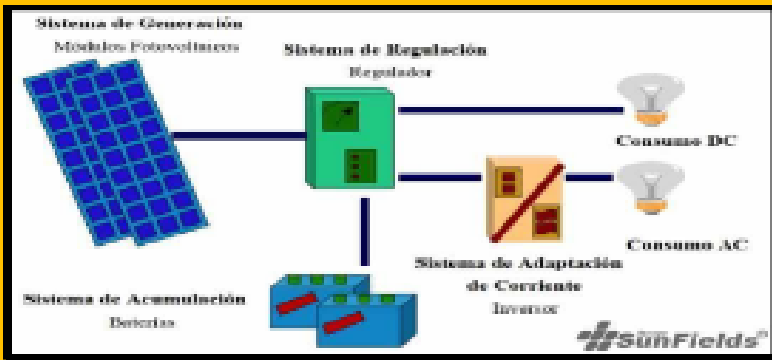
**EXPERTO 3**

APELLIDOS Y NOMBRES:	Tacusi Calla Cesar	NOTA
PROFESION:	Ing. Agronomo	1
REGISTRO CIP No:	181426	

  
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUELLOUNO  
 LA COMUNA DE SUSCO  
 Ing. Cesar Tacusi Calla  
 CIP 181426  
 RESIDENTE DE OBRA



Anexo 8. Validación de fichas técnicas eficiencia global del sistema.

FICHA TÉCNICA	EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA	Nº2
	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, CJP Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.	
	Distrito : ACORA	Altitud: 3 899 m.s.n.m.
	Region: PUNO	Latitud: 15°57'41.88" S
	Centro Poblado: ISLA ISCATÁ	Longitud: 69°37'41.15" O
AUTORES:	ELNA ERICA PAUCAR MOLINA	
	MARIA FATIMA SUTTA QUICO	
<b>I. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>		
EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA:		
FORMULA: $E = (1 - Kb - Kc - Kr - Kv) \times (1 - \frac{Ka \cdot N}{Pd})$		
<p>DONDE:</p> <p>Kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento en el acumulador</p> <p>Ka: Fracción de energía que se pierde por autodescarga</p> <p>Kc: Pérdidas por el rendimiento del inversor</p> <p>Kr: Pérdidas en el controlador de carga</p> <p>Kv: Otras no consideradas anteriormente</p> <p>N: Numero de días de autonomía para asegurar un servicio sin carga.</p> <p>Pd: profundidad máxima de descarga admisible.</p>		
		
Calculamos la eficiencia global teniendo en cuenta los elementos que compone el sistema de bombeo con panel solar		
DATOS.		
DESCRIPCION:	EFICIENCIA (%)	PERDIDAS
sistema de acumulacion(baterias)	Kb	98
batería estacionaria de energia solar	Ka	96
sistema de regulacion ( inversor)	Kc	97
controlador de carga	Kr	97.5
otras perdidas (perdidas en el cableado)	Kv	98
nº de días de autonomía	N	2
batería descargada hasta el 70%	Pd	60
Para el calculo reemplazamos en la formula:		

EFICIENCIA GLOBAL  $E = 0.72$

**72 %**

**II. SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)**

EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA:

FORMULA :  $n(\text{eficiencia}) = \frac{PU}{PE} * 100$

$$PU = PE - PP$$

DONDE:

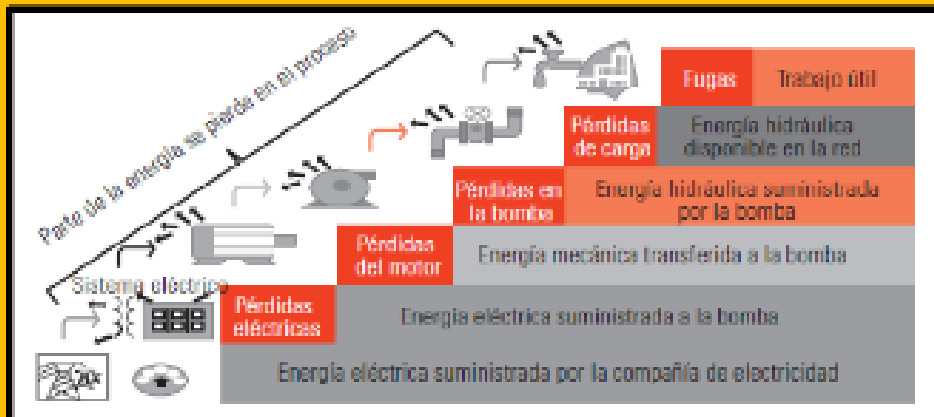
n: eficiencia del sistema

PU: Potencia útil

PE: Potencia entregada (teóricamente)

PP: Potencia perdida (perdidas en cada componente del proceso de bombeo)

diagrama de balance de energía



DATOS: ( consideramos los siguientes parametros)

DESCRIPCION	UNID.	PERDIDAS (%)	CANTIDAD Wh/día
Consumo de energía (PE)	Wh/día	47736	
Pérdidas electricas		3%	1432.08
Pérdidas en la bomba		45%	21481.2
Pérdidas en la succion		1%	477.36
Pérdidas en el motor		15%	4773.6
Pérdidas por fugas		6%	2864.16
		<b>POTENCIA UTIL (PP)</b>	<b>31028.4</b>

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{PU}{PE} * 100$$

$$n(\text{eficiencia}) = \frac{31028.4}{47736} * 100$$

$n(\text{eficiencia}) = \frac{33415.2}{100}$

$n(\text{eficiencia}) = 65$

EFICIENCIA GLOBAL **65 %**

EXPERTO 1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pacsi Camapaza Víctor Raul	NOTA
PROFESION:	Ing. Civil	1
REGISTRO CIP No:	93305	

  
ER ECOSISTEMAS URBANOS  
Ing. Víctor Raul Pacsi Camapaza  
CIP N° 93305  
RESIDENTE DE OBRA

EXPERTO 2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Fernandez Sanchez Veronica	NOTA
PROFESION:	Ing. Civil	1
REGISTRO CIP No:	213138	

  
Ing. Veronica Fernandez Sanchez  
CIP 213138

EXPERTO 3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tacusi Calla Cesar	NOTA
PROFESION:	Ing. Agronomo	1
REGISTRO CIP No:	181426	

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUELLOAYO  
LA COMISIÓN EJECUTIVA  
Ing. Cesar Tacusi Calla  
CIP 181426  
RESIDENTE DE OBRA

Anexo 9. Validación de fichas técnicas costo directo.

FICHA TÉCNICA		COSTO DIRECTO				Nº3
	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.					
	Distrito : ACCORA		Altitud: 3 899 m.s.n.m.			
	Region: PUNO		Latitud: 15°57'41.89" S			
	Centro Poblado: ISLA ISCATÁ		Longitud: 69°37'41.15" O			
AUTORES:		ELNA ERICA PAUCAR MOLINA				
		MARIA FATIMA SUTTA GUICO				
<b>I. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>						
COSTO DIRECTO DEL SISTEMA DE BOMBEO						
<b>CÁLCULO COSTO DIRECTO</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	C.U.	C.T.	
<b>ANÁLISIS DE COSTO DIRECTO POR PARTIDA</b>						
<b>1</b>	<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>			<b>S/. 151,427.70</b>		
1.1.	<b>SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>					
1.1.1	<b>SISTEMA DE BOMBEO SOLAR</b>					
1.1.1.1	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	202.50	0.59	139.13	
1.1.1.2	EXCAVACION MASIVA MANUAL	m3	2.60	21.77	56.60	
1.1.1.3	CONCRETO F'c=148 KG/CM2 PARA ANCLAJES Y/D DADOS	m3	3.13	289.85	938.53	
1.1.1.4	ESTRUCTURA METALICA 11.5662.36 PZ	zpo	1.00	13,895.84	13,895.84	
1.1.1.5	PANELES FOTOVOLTAICOS 320 W	und	60.00	785.67	47,200.20	
1.1.2	CABETA DE BOMBEO Nº1				62,250.30	
1.1.2.1	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	zpo	1.00	1,281.34	1,281.34	
1.1.2.2	TABLERO ELECTRICO CONTROL AUTOMATICO PARA POZO	zpo	1.00	10,637.99	10,637.99	
1.1.2.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE ZHP	zpo	1.00	4,675.61	4,675.61	
1.1.2.4	CABLE ELECTRICO NYY 2 X 16 MM2 (125.9m)	m	125.00	37.83	4,703.75	
1.1.3	CABETA DE BOMBEO Nº2				21,296.69	
1.1.3.1	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	zpo	1.00	1,281.34	1,281.34	
1.1.3.2	TABLERO ELECTRICO CONTROL AUTOMATICO PARA POZO	zpo	1.00	10,637.99	10,637.99	
1.1.3.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE ZHP	zpo	1.00	4,675.61	4,675.61	
1.1.3.4	CABLE ELECTRICO NYY 2 X 16 MM2 (195.9m)	m	195.00	37.83	7,337.85	
1.1.4	CABETA DE BOMBEO CISTERNARESERVORO				23,952.79	
1.1.4.1	COLOCACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS	GLB	1.00	4,960.21	4,960.21	
1.1.4.2	TABLERO DE CONEXIONES Y AUTOMATIZACION	zpo	1.00	27,440.49	27,440.49	
1.1.4.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS DE ZHP	zpo	2.00	5,782.61	11,565.22	
					43,965.92	
<b>II. SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)</b>						
COSTO DIRECTO DEL SISTEMA DE BOMBEO						

**CALCULO COSTO DIRECTO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	URD	CANT.	CL.	C.T.
------	-------------	-----	-------	-----	------

**ANALISIS DE COSTO DIRECTO POR PARTIDA**

<b>2</b>		<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>			<b>S/. 174,800.98</b>
2.1	<b>SISTEMA DE SITEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICO)</b>				
2.1.1	RED PRIMARIA 13.2 Kv. 22.9 Kv 5855 DE LA CAMARA DE BOMBEO DE ISGATA				
2.1.1.1	RED PRIMARIA 13.2 Kv. 22.9 Kv DE - 08 ISGATA	GLB	1.00	140,901.00	140,901.00
2.1.2	CASITA DE BOMBEO N°1				140,901.00
2.1.2.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und	1.00	439.31	439.31
2.1.2.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo	1.00	237.35	237.35
2.1.2.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo	1.00	7,840.00	7,840.00
2.1.3	CASITA DE BOMBEO N°2				8,516.66
2.1.3.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und	1.00	439.31	439.31
2.1.3.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo	1.00	237.35	237.35
2.1.3.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo	1.00	7,840.00	7,840.00
2.1.4	CASITA DE BOMBEO GUSTANARIBESERVINO				8,516.66
2.1.4.1	TABLERO ELECTRICO INTERNO TD-220V	und	1.00	439.31	439.31
2.1.4.2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS ELECTRICOS	jgo	1.00	237.35	237.35
2.1.4.3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS HIDRAULICOS	jgo	1.00	18,190.00	18,190.00
					16,666.66

<b>EXPERTO 1</b>		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Paola Camapaza Victor Raul	NOTA
PROFESION:	Ing.Civil	1.00
REGISTRO CIP No:	93305	

  
**Ing. Paola Camapaza Victor Raul**  
 CIP: 93305


<b>EXPERTO 2</b>		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Fernanda Sanchez Veronica	NOTA
PROFESION:	Ing.Civil	1.00
REGISTRO CIP No:	219138	

  
**Ing. Fernanda Sanchez Veronica**  
 CIP: 219138

<b>EXPERTO 3</b>		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tacudi Colla Cesar	NOTA
PROFESION:	Ing. Agronomo	1.00
REGISTRO CIP No:	181426	

  
**Ing. Cesar Tacudi Colla**  
 CIP: 181426

Anexo 10. Validación de ficha técnica costo operación y mantenimiento

FICHA TECNICA	COSTO DE MANTENIMIENTO				N°4																															
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.																																			
	Distrito : ACORA			Altitud: 3 899 m.s.n.m.																																
	Region: PUNO			Latitud: 15°57'41.89" S																																
	Centro Poblado: ISLA ISCATA			Longitud: 69°37'41.15" O																																
AUTORES:	ELNA ERICA PAUCAR MOLINA																																			
	MARIA FATIMA SUTTA QUICO																																			
<b>I. SISTEMA DE BOMBEO CON PANELES SOLARES</b>																																				
costo de mantenimiento y operación																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">descripcion</th> <th style="width: 10%;">unidad</th> <th style="width: 10%;">cantidad</th> <th style="width: 10%;">c.u</th> <th style="width: 10%;">costo/mes</th> <th style="width: 10%;">costo/año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mantenimiento periodico del panel y monitoreo general</td> <td>Mes</td> <td>1.00</td> <td>400.00</td> <td>400.00</td> <td>4,800.00</td> </tr> <tr> <td>mantenimiento de la electrobomba y monitoreo general</td> <td>Mes</td> <td>1.00</td> <td>600.00</td> <td>600.00</td> <td>7,200.00</td> </tr> <tr> <td>tecnico operario</td> <td>Mes</td> <td>1.00</td> <td>170.00</td> <td>170.00</td> <td>2,040.00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL (ANUAL)</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>S/. 14,040.00</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							descripcion	unidad	cantidad	c.u	costo/mes	costo/año	mantenimiento periodico del panel y monitoreo general	Mes	1.00	400.00	400.00	4,800.00	mantenimiento de la electrobomba y monitoreo general	Mes	1.00	600.00	600.00	7,200.00	tecnico operario	Mes	1.00	170.00	170.00	2,040.00	<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>S/. 14,040.00</b>	
descripcion	unidad	cantidad	c.u	costo/mes	costo/año																															
mantenimiento periodico del panel y monitoreo general	Mes	1.00	400.00	400.00	4,800.00																															
mantenimiento de la electrobomba y monitoreo general	Mes	1.00	600.00	600.00	7,200.00																															
tecnico operario	Mes	1.00	170.00	170.00	2,040.00																															
<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>S/. 14,040.00</b>																																
<b>II. SISTEMA DE BOMBEO CONVENCIONAL (ELECTRICIDAD)</b>																																				
costo de mantenimiento y operación																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">descripcion</th> <th style="width: 10%;">unidad</th> <th style="width: 10%;">cantidad</th> <th style="width: 10%;">c.u</th> <th style="width: 10%;">costo/mes</th> <th style="width: 10%;">costo/año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TARIFA ELECTRICA MENSUAL</td> <td>MES</td> <td>1.00</td> <td>2,359.00</td> <td>2,359.00</td> <td>28,308.00</td> </tr> <tr> <td>MANTENIMIENTO DE ELECTROBOMBA Y MONITOREO</td> <td>MES</td> <td>1.00</td> <td>550.00</td> <td>550.00</td> <td>6,600.00</td> </tr> <tr> <td>TECNICO OPERARIO</td> <td>MES</td> <td>1.00</td> <td>170.00</td> <td>170.00</td> <td>2,040.00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL (ANUAL)</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>S/. 36,948.00</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							descripcion	unidad	cantidad	c.u	costo/mes	costo/año	TARIFA ELECTRICA MENSUAL	MES	1.00	2,359.00	2,359.00	28,308.00	MANTENIMIENTO DE ELECTROBOMBA Y MONITOREO	MES	1.00	550.00	550.00	6,600.00	TECNICO OPERARIO	MES	1.00	170.00	170.00	2,040.00	<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>S/. 36,948.00</b>	
descripcion	unidad	cantidad	c.u	costo/mes	costo/año																															
TARIFA ELECTRICA MENSUAL	MES	1.00	2,359.00	2,359.00	28,308.00																															
MANTENIMIENTO DE ELECTROBOMBA Y MONITOREO	MES	1.00	550.00	550.00	6,600.00																															
TECNICO OPERARIO	MES	1.00	170.00	170.00	2,040.00																															
<b>TOTAL (ANUAL)</b>				<b>S/. 36,948.00</b>																																

EXPERTO 1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pacsi Camapaza Victor Raul	NOTA
PROFESION:	Ing. Civil	1
REGISTRO CIP No:	93305	

  
**ER ECOSISTEMAS**  
 Ing. Victor Raul Pacsi Camapaza  
 CIP. N° 93305  
 RESIDENTE DE OBRA

EXPERTO 2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Fernandez Sanchez Veronica	NOTA
PROFESION:	Ing. Civil	1
REGISTRO CIP No:	213138	

  
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO REGIONAL CUSCO  
 Ing. Veronica Fernandez Sanchez  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 213138

EXPERTO 3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tacusi Calla Cesar	NOTA
PROFESION:	Ing. Agronomo	1
REGISTRO CIP No:	181426	

  
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUELLOUNO  
 LA COMUNIDAD RUSCO  
 Ing. Cesar Tacusi Calla  
 CIP 181426  
 RESIDENTE DE OBRA\*





Anexo 12 Tabla de coeficiente de Hazen- Williams

Tabla de coeficientes de Hazen-Williams

<b>Material</b>	<b>Coeficiente 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

Anexo 13. Tabla de Coeficiente adimensional de resistencia que depende del elemento que produzca la pérdida de carga

Singularidad	Factor K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24
T por salida lateral	1,8
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,9
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,6
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,4
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35

Fuente: PIROBLOC (blog de ingeniería térmica)

Anexo 14. .Tabla de Propiedades del Agua

TEMP . °C	VISCOSIDAD DINAMICA (kg/(m*s))	VISCOSIDAD CINEMATICA (m2/S)		VISCOSIDAD CINEMATIC A (STOKES)	DENSIDA D DEL AGUA (kg/m3)
0	0,01792	0,0000017920	0,0000018269	0,01792	999,87
1	0,01731	0,0000017320	0,0000017647	0,01732	999,93
2	0,01674	0,0000016740	0,0000017065	0,01674	999,97
3	0,0162	0,0000016190	0,0000016514	0,01619	999,99
4	0,01569	0,0000015680	0,0000015994	0,01568	1000
5	0,0152	0,0000015190	0,0000015495	0,01519	999,99
6	0,01473	0,0000014730	0,0000015016	0,01473	999,97
7	0,01429	0,0000014290	0,0000014568	0,01429	999,93
8	0,01386	0,0000013870	0,0000014130	0,01387	999,88
9	0,01346	0,0000013480	0,0000013723	0,01348	999,81
10	0,01308	0,0000013100	0,0000013337	0,0131	999,73
11	0,01271	0,0000012740	0,0000012961	0,01274	999,63
12	0,01236	0,0000012400	0,0000012605	0,0124	999,52
13	0,01202	0,0000012060	0,0000012260	0,01206	999,4
14	0,0117	0,0000011760	0,0000011935	0,01176	999,27
15	0,01139	0,0000011460	0,0000011621	0,01146	999,13
16	0,01109	0,0000011170	0,0000011316	0,01117	998,97
17	0,01081	0,0000010890	0,0000011033	0,01089	998,8
18	0,01054	0,0000010610	0,0000010759	0,01061	998,62
19	0,01028	0,0000010360	0,0000010496	0,01036	998,43
20	0,01003	0,0000010100	0,0000010242	0,0101	998,23

## 4SR

### Electrobombas sumergidas de 4"

-  Agua limpia (contenido de arena máximo 150 g/m<sup>3</sup>)
-  Utiliza diámetros
-  Utilizo civil
-  Utilizo industrial



#### CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta 450 l/min (27 m<sup>3</sup>/h)
- Altura manométrica hasta 425 m

#### LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta +35 °C
- Contenido de arena máximo 150 g/m<sup>3</sup>
- Profundidad de utilizo hasta 100 m bajo el nivel del agua con cable de alimentación de longitud adecuada
- Funcionamiento:
  - en vertical
  - en horizontal con los siguientes límites:
    - 4SR20G - 4SR10G - 4SR13G - 4SR25G 18 etapas
    - 4SR33G - 4SR45G - 4SR60G - 4SR75G - 4SR90G 10 etapas
- Arranques/fríos: 20 a intervalos regulares
- Flujo de enfriamiento motor mínimo 8 cm<sup>3</sup>
- Funcionamiento continuo S1

#### EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

##### MOTOR ELECTRICO

- Monofásica 220 V - 60 Hz
- Trifásica 380 V - 60 Hz

##### Cable de alimentación ide

- 1,7 m para potencias de 0,37 a 1 kW
- 2,7 m para potencias de 4 a 7,5 kW

- ⇒ Las versiones monofásicas 4SR-PD incluyen el condensador en el interior del embalaje.

EN 60335-1      EN 60334-1  
IEC 60335-1      IEC 60334-1  
CEI 61150      CEI 23



#### CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV ISO 9001. CALIDAD ISO 14001. AMBIENTE



(4SR HYD)

#### UTILIZOS E INSTALACIONES

Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a 150 g/m<sup>3</sup>. Debido al alto rendimiento y habilidad son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riego; instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones an riego, etc.

#### PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Patente n° EP09781276.2

#### EJECUCION BAJO PEDIDO

- Cuerpo bomba con bocas roscadas ISO 228/1
- Otros voltajes
- Kit camisa de enfriamiento completa con filtro y soportes



#### GARANTIA

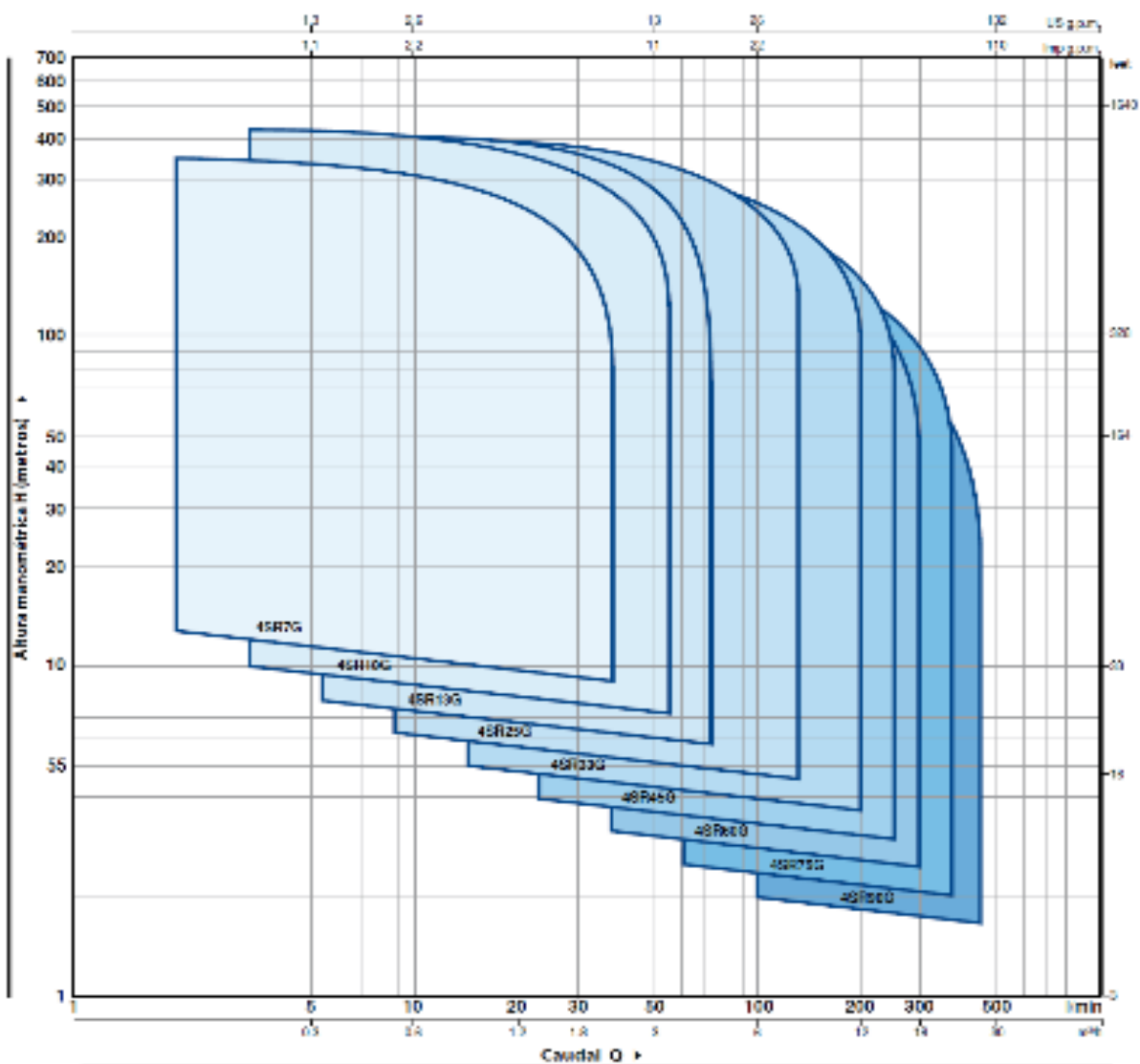
3 años según nuestras condiciones generales de venta

## Anexo 16. Campo de prestaciones



### CAMPO DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



#### NOMENCLATURA

**4 SR 7G m / 5 - PD o HYD**

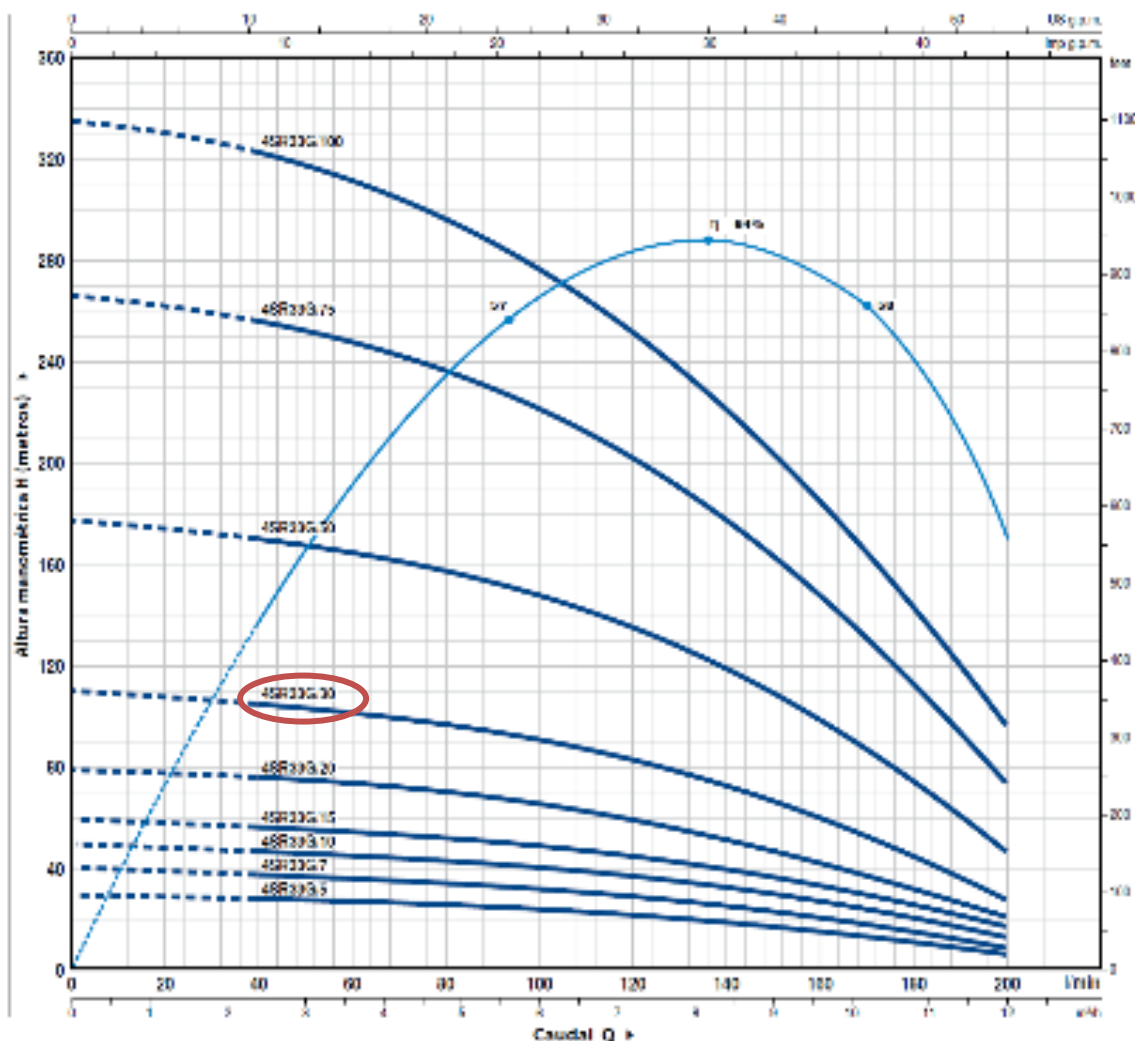
- Diámetro del pozo en pulgadas
- Sofo
- Caudal en US g.p.m. en el punto de máximo rendimiento
- Motor monofásico
- Potencia motor
- PD: electrobomba con motor "PEDROLLO"
- HYD: bomba sin motor

## Anexo 17. Curvas y Datos de Prestaciones

# 4SR33G

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P <sub>21</sub> )		Q	m³/h											
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12		
4SR33Gm/5	4SR33G/5	0,37	0,50	0	48	60	80	100	120	140	160	180	200			
4SR33Gm/7	4SR33G/7	0,53	0,75	0	38	46	54	62	70	78	86	94	102			
4SR33Gm/10	4SR33G/10	0,75	1	0	47	55	63	71	79	87	95	103	111			
4SR33Gm/15	4SR33G/15	1,1	1,5	0	56	64	72	80	88	96	104	112	120			
4SR33Gm/20	4SR33G/20	1,5	2	0	65	73	81	89	97	105	113	121	129			
4SR33Gm/30	4SR33G/30	2,2	3	0	74	82	90	98	106	114	122	130	138			
-	4SR33G/50	3,7	5	0	105	113	121	129	137	145	153	161	169			
-	4SR33G/75	5,5	7,5	0	137	145	153	161	169	177	185	193	201			
-	4SR33G/100	7,5	10	0	177	185	193	201	209	217	225	233	241			

Q = caudal H = altura manométrica total

El número de la clase de prestaciones según EN ISO 9906:2012 es:

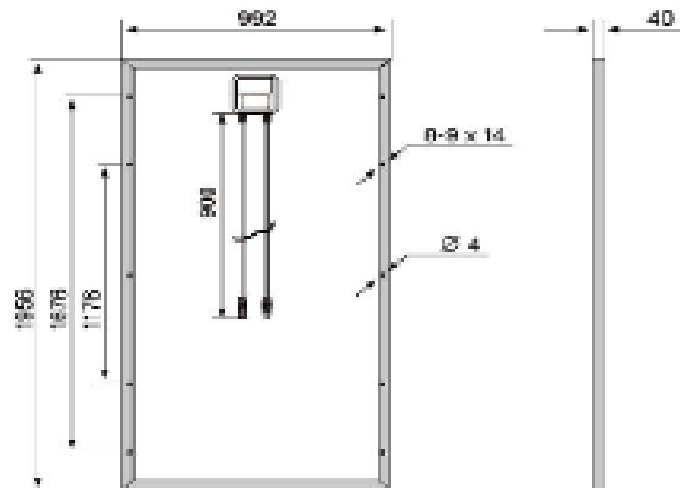
## Anexo 18. Polycrystalline Solar Module



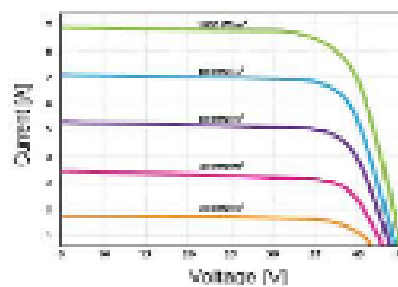
# ESPMC

## Polycrystalline Solar Module

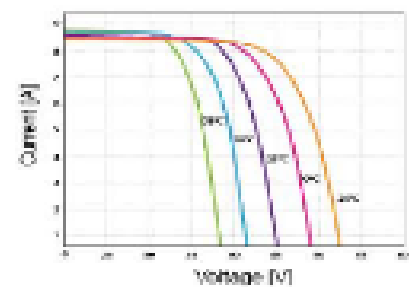
SPECIFICATIONS	
Dimensions	1955 x 992 x 35 mm 1955 x 992 x 19 mm 1955 x 992 x 45 mm
Weight	29.8 kg
Frame	Aluminum hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs multi-crystalline 5-cells (156 x 156 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	PEVE / PET / PEVE
Junction Box	
Cable	4 mm <sup>2</sup> solar cable 2 x 900 mm
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa
Application class	Class A
Flammability protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product Warranty	10 years
Power	10 years 80%
Guarantee	25 years 80%



### CURRENT VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1 (1000 W/m<sup>2</sup>))

CHARACTERISTICS	
Max. System Voltage	1000VDC
Temperature $\alpha_{V_{oc}}$	+0.0055%/°K
Temperature $\alpha_{V_{mp}}$	-0.20500%/°K
Temperature $\alpha_{I_{sc}}$	+0.38001%/°K
NOCT <sup>***</sup>	45°C

CERTIFICATES	
IEC 61215 edition 2 (TUV Nord)	
IEC 61730 MCS - INMETRO	
CE CPC SALT-TEST	
PID Resistant	

INSURANCE	
Chubb	

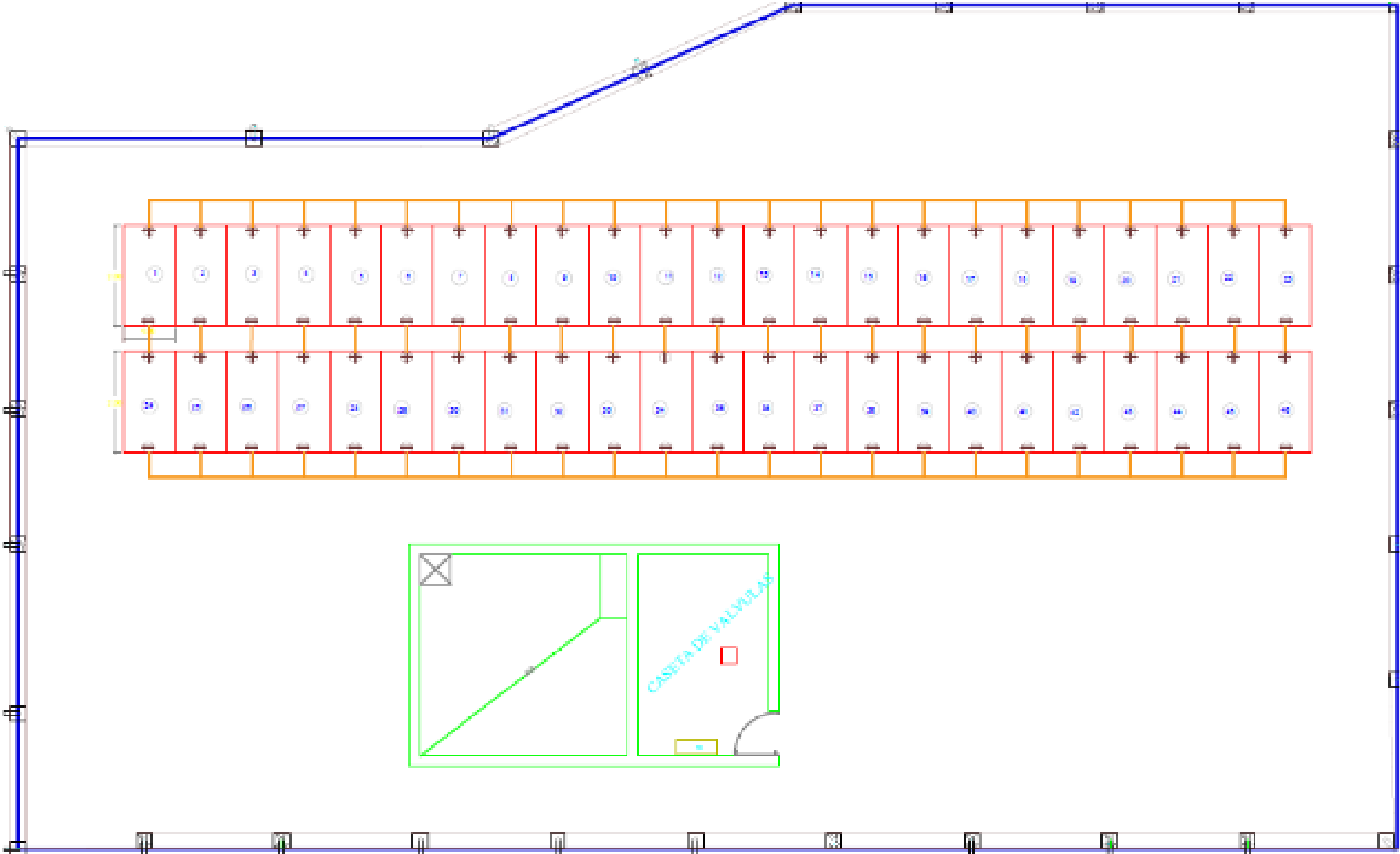
ESPMC TYPE	300	305	310	315	320	325
Power Class	300W	305W	310W	315W	320W	325W
Max. Power Voltage ( $V_{mp}$ ) <sup>**</sup> at STC <sup>**</sup>	37V	37.15V	37.3V	37.5V	37.65V	37.8V
Max. Power Current ( $I_{mp}$ ) at STC	8.1A	8.21A	8.31A	8.4A	8.5A	8.6A
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ ) at STC	44.8V	44.95V	45.1V	45.2V	45.45V	45.6V
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ ) at STC	8.7A	8.8A	8.9A	9A	9.1A	9.2A
Module Efficiency	15.5 %	15.7 %	16 %	16.2 %	16.5 %	16.8 %

\* MPP: Maximum Power Point  
 \*\* STC (Standard Test Conditions): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5  
 \*\*\* Normal Operating Cell Temperature



ERA SOLAR and the ERA SOLAR logo are trademarks or registered trademarks of ERA SOLAR CORPORATION.  
 © 2015 ERA SOLAR CORPORATION. All rights reserved. Specifications included in this document are subject to change without notice.

Anexo 19. Distribución de Paneles





Anexo 20. Panel fotográfico.



## Anexo 21. Reporte de Turnitin.

feedback studio ELNA ERICA PAUCAR MOLINA | TESIS 2021



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Título de la Tesis**

Evaluación técnico económico del sistema de bombeo de agua potable con uso de paneles solares y sistemas convencionales, C.P Isla Iscata, del distrito de Acora, región Puno 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR (ES):**

Paucar Molina, Elena Erica (ORCID: 0000-0001-6598-5742)  
Sutta Quico, Maria Fátima (ORCID: 0000-0002-4666-7228)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida Omart Demerrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LINEA DE INVESTIGACION**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**Resumen de coincidencias** ✕

17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	www.scribd.com Fuente de Internet	2 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
3	idoc.pub Fuente de Internet	2 %	>
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %	>
5	docplayer.es Fuente de Internet	1 %	>
6	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>

Página: 1 de 84Número de palabras: 14454Text-only Report | High ResolutionActivado 🔍