

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE SISTEMA DE BOMBEO PARA  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EMPLEANDO  
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA COMUNIDAD  
CACHUYO SOLLOCCOTAÑA DEL DISTRITO DE ORURILLO,  
PROVINCIA DE MELGAR, REGIÓN PUNO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**SAMUEL HANCCO HANCCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO – PERÚ**

**2017**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE BOMBEO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EMPLEANDO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA COMUNIDAD CACHUYO SOLLOCCOTAÑA DEL DISTRITO DE ORURILLO, PROVINCIA DE MELGAR, REGIÓN PUNO”**

TESIS PRESENTADA POR:

**SAMUEL HANCCO HANCCO**

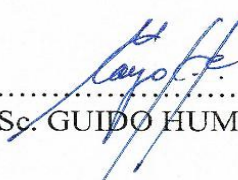
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27-12-2017

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
.....  
M. Sc. GUIDO HUMBERTO CAYO CABRERA

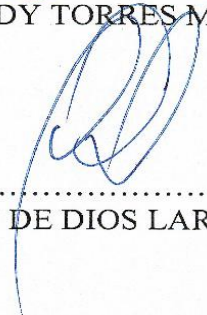
**PRIMER MIEMBRO:**

  
.....  
Dr. MARCO ANTONIO QUISPE BARRA

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
.....  
M. Sc. EDDY TORRES MAMANI

**DIRECTOR / ASESOR:**

  
.....  
Mg. JUAN DE DIOS LARICO PACO

Área : Control y Automatización  
Tema : Energético

## ÍNDICE

RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
I. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1 Planteamiento del problema .....	14
1.1.1 Definición del problema. ....	14
1.1.2 Limitaciones. ....	15
1.1.3 Objetivos.....	15
1.1.4 Justificación e importancia del problema. ....	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	17
2.1 Antecedentes de la investigación.....	17
2.2 Sistema de bombeo por energía solar fotovoltaica .....	18
2.2.1 Paneles fotovoltaicos. ....	18
2.2.1.1 Tipos de paneles solares según su fabricación. ....	18
2.2.2 Subsistema motor Bomba.....	19
2.2.2.1 Motor DC.....	19
2.2.3 Bombas y Tipos de bomba solar .....	20
2.2.4 Acondicionamiento de potencia .....	20
2.2.5 Seguimiento de punto máxima potencia (MPPT) .....	21
2.2.6 Inversores. ....	21
2.2.7 Uso de batería para acondicionamiento de potencia. ....	22
2.3 Uso de microcontroladores .....	23
2.4 Protección de bombas sumergibles Grundfos sqFLEX.....	23
2.4.1 Interruptor de nivel y presión .....	23
2.5 Diseño de sistema agua potable la parte hidráulica .....	24
2.5.1 Población de diseño. ....	25
2.5.2 Dotación para consumo humano. ....	25
2.5.3 Variaciones de consumo. ....	25
2.5.4 Consumo Máximo Diario. ....	26
2.5.5 Consumo máximo horario. ....	26
2.6 Caudal de diseño de bombeo .....	26
2.6.1 Línea de impulsión. ....	26
2.6.2 Velocidad y presión. ....	27

2.6.3	Pérdida de carga en las tuberías.....	27
2.6.4	Determinación de la altura hidráulica de bombeo.....	28
2.6.5	Potencia del equipo de bombeo.....	28
2.7	Volumen de Reservorio.....	29
2.8	Análisis Calidad de Agua.....	29
2.9	Hipótesis.....	29
III.	METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	30
3.1	Metodología.....	30
3.2	Universo, Muestra y Población.....	30
3.2.1	Universo.....	30
3.2.2	Muestra.....	30
3.2.3	Población.....	31
3.2.3.1	Ubicación y descripción de la población.....	31
3.2.3.2	Vías de acceso.....	32
3.2.3.3	Clima.....	32
3.2.3.4	Hidrología.....	33
3.2.3.5	Topografía.....	33
3.2.3.6	Aspectos socioeconómicos.....	33
3.2.3.6.1	Salud.....	33
3.2.3.6.2	Educación.....	33
3.2.3.6.3	Servicios básicos.....	33
3.2.3.6.4	Electrificación.....	34
3.2.3.6.5	Medios de comunicación.....	34
3.2.3.7	Actividad económica.....	34
3.2.3.7.1	Información sobre la capacidad y disposición de pago.....	34
3.2.3.7.2	Actividades económicas predominantes.....	36
3.3	Sistema de variables.....	37
3.3.1	Diseño experimental de la investigación.....	37
3.3.2	Diseño de Instrumentos.....	38
3.3.2.1	Fuentes:.....	38
3.3.2.2	Técnicas:.....	38
3.3.2.3	Instrumentos:.....	38
3.4	Materiales y recursos.....	38
3.4.1	Materiales humanos.....	38

3.4.2	Recursos materiales. ....	38
3.4.3	Recursos de equipos. ....	39
3.4.4	Otros recursos. ....	39
3.5	Procesamiento de información .....	39
3.5.1	Cálculo de población de diseño. ....	39
3.5.2	Dotación de agua (D). ....	40
3.5.3	Caudal de diseño. ....	40
3.5.3.1	Consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ). ....	40
3.5.3.2	Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ). ....	40
3.5.3.3	Consumo máximo horario ( $Q_{m.h}$ ). ....	40
3.5.4	Diseño de Componentes del sistema de agua potable .....	41
3.5.4.1	Diseño de captación. ....	41
3.5.4.2	Diseño de línea de impulsión. ....	41
3.5.4.2.1	Caudal de bombeo ( $Q_b$ ). ....	41
3.5.4.2.2	Selección del diámetro de la tubería. ....	41
3.5.4.2.3	Velocidad de propagación de onda. ....	42
3.5.4.2.4	Sobrepresión. ....	42
3.5.5	Pérdida de carga. ....	43
3.5.5.1	Pérdida de carga por fricción en la tubería: ....	43
3.5.5.2	Pérdida de carga local por accesorios: ....	43
3.5.5.3	Altura geométrica. ....	44
3.5.5.4	Altura manométrica o dinámica .....	44
3.5.6	Diseño del reservorio. ....	44
3.5.6.1	Dimensión del reservorio. ....	45
3.5.7	Diseño de redes de distribución. ....	46
3.5.7.1	Datos topográficos. ....	46
3.5.7.2	Trazo con autoCAD. ....	47
3.5.7.3	Simulación de las redes de distribución mediante waterCAD. ....	48
3.6	Diseño del sistema de bombeo solar fotovoltaica .....	49
3.6.1	Potencia de la bomba. ....	49
3.6.2	Selección de motor- bomba solar comercial. ....	50
3.6.3	Selección de panel solar comercial. ....	52
3.7	Evaluación de los costos de reposición, operación y mantenimiento. ....	53
3.7.1	Costos por reposición. ....	53

3.7.2	Costos por operación y mantenimiento .....	54
3.7.2.1	Evaluación de costos .....	54
3.7.2.2	Costo mensual y Tarifa mensual .....	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	55
4.1	Resultados de parámetros en cada nudo en modelamiento hidráulico. ....	55
4.1.1	Resultados de diseño de hidráulico en tuberías .....	56
4.1.2	Resultados de cálculos del reservorio.....	57
4.1.3	Resultado de líneas de impulsión. ....	58
4.1.4	Resultados de captación.....	58
4.1.5	Resultados de diseño fotovoltaico y motor bomba.....	59
4.1.6	Resultados de costos y operación. ....	59
4.2	Discusiones y Análisis de resultados.....	59
4.2.1	Discusiones de captación.....	60
4.2.2	Discusiones de línea de Impulsión. ....	60
4.2.3	Discusiones de Reservorio .....	60
4.2.4	Discusiones de Redes de Distribución. ....	61
4.2.5	Discusiones de la selección de equipos de bombeo. ....	61
4.3	Evaluación de los costos por reposición, operación y mantenimiento. ....	61
4.4	Contrastación de la hipótesis .....	62
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES .....	66
VII.	REFERENCIAS .....	67
VIII.	ANEXOS.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Esquema típico de un bombeo fotovoltaico de agua.....	18
Figura 2.2	Paneles solares: a) silicio monocristalino, b) Silicio policristalino y c) amorfo	19
Figura 2.3	Bombas sumergibles Lorentz Serie Ps con controlador.....	20
Figura 2.4	Parámetros eléctricos y punto máxima de potencia .....	21
Figura 2.5	Diagrama de bloques de un inversor genérico .....	22
Figura 2.6	Sensores .....	24
Figura 2.7	Línea gradiente hidráulico de impulsión.....	28
Figura 3.1	Ubicación del proyecto en la mapa de Orurillo .....	32
Figura 3.2	Dimensión calculada del reservorio .....	46
Figura 3.3	Trazo en AutoCAD tuberías y uniones. ....	47
Figura 3.4	Trazo en AutoCAD civil 3d de las curvas de nivel en m.s.n.m. ....	47
Figura 3.5	Modelamiento hidráulico Sector Cachuyo.....	48
Figura 3.6	Modelamiento hidráulico Sector Sollocotaña .....	48
Figura 3.7	Modelamiento hidráulico Sector Seqqeseqqe. ....	49
Figura 3.8	Modelamiento hidráulico CAPTACIÓN – RESERVORIO .....	49
Figura 3.9	Curva característica del motor SQF 3A-10.....	50
Figura 3.10	Reporte de simulación de la Bomba en WaterCAD.....	51
Figura 3.11	Ángulo de inclinación del arreglo y su orientación .....	53
Figura 4.1	Contrastación HIPÓTESIS y datos calculados (TESIS).....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Dotación de agua .....	25
Tabla 3.1	Censo Población y Vivienda 2017 .....	31
Tabla 3.2	Vías de acceso .....	32
Tabla 3.3	Ingreso familiar mensual .....	34
Tabla 3.4	Gasto Familiar Mensual .....	35
Tabla 3.5	Ingresos/egresos familiares .....	35
Tabla 3.6	Disposición pago de familias.....	36
Tabla 3.7	Disponibilidad a pagar por el servicio de agua mensualmente .....	36
Tabla 3.8	Principales Actividades económicas y productivas.....	37
Tabla 3.9	Variables e indicadores.....	37
Tabla 3.10	Resultados de captación a través de pozo circular .....	41
Tabla 3.11	Coficiente “K” para la línea de impulsión.....	43
Tabla 3.12	Puntos de coordenadas UTM-84 .....	46
Tabla 3.13	Característica del panel solar.....	52
Tabla 3.14	Costos por operación y mantenimiento .....	54
Tabla 4.1	Resultados de parámetros de demanda y presión en los nodos .....	55
Tabla 4.2	Resultados caudal y presión en las tuberías .....	56
Tabla 4.3	Resultados del Reservorio .....	57
Tabla 4.4	Resultados de la Línea de impulsión .....	58
Tabla 4.5	Resultados de captación a través de pozo circular .....	58
Tabla 4.6	Especificaciones técnicas del motor bomba y panel solar.....	59
Tabla 4.7	Resultados de los costos por reposición, operación y mantenimiento .....	59



## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta Socio Económica .....	69
ANEXO 2: Normas de agua Potable vigente en Perú .....	72
ANEXO 3: Calidad de agua para consumo humano .....	77
ANEXO 4: Catálogo de equipos .....	80
ANEXO 5: Datos Topográfico y presupuesto .....	84
ANEXO 6: Panel Fotográfico .....	90
ANEXO 7: Plano Topográfico y modelamiento Hidráulico .....	91

**ACRÓNIMOS:**

AC	Corriente alterna
C	Coefficiente de Hazen – Williams
d	diámetro
D	Dotación
DC	Corriente Directa
Ec.	Ecuación
FV	Foto Voltaica
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
H	Altura
KW	Kilovatios
KWh	Kilo vatios hora
KWh	Kilo vatios hora/ metro cuadrado
m.c.a/Mh <sub>2</sub> O	metros de columna de agua
P	Población
PRN	Propiedad reproductiva de la Normal
PVC	Policloruro de vinilo
Q <sub>b</sub>	Caudal de bombeo
Q <sub>md</sub>	Consumo máximo diario
Q <sub>mh</sub>	Consumo máximo horario
Q <sub>p</sub>	Caudal promedio diario
r	Tasa de crecimiento.
S <sub>f</sub>	Pérdida por fricción
SPMP/MPPT	Seguimiento del Punto Máximo potencia
T	Periodo de tiempo
UTM:	Sistema de Coordenadas Universal Transversal del Mercator
v	velocidad
V	Voltaje
VR	Volumen de Regulación
W	vatios
W/m <sup>2</sup>	vatios / metro cuadrado

## RESUMEN

En la Comunidad Cachuyo Sollocotaña del distrito de Orurillo, presenta altos índices de pobreza y desnutrición infantil, debido a que la población consume directo de pozos artesanales, causantes de enfermedades de origen hídrico y esto no puede ser captada por medio de la gravedad, debido a que esta se encuentra por debajo del nivel de los pobladores de la comunidad y teniendo una instalación sistema de infraestructura de agua potable, pero sin fuente de abastecimiento de agua.

Para el acceso al agua potable se utiliza el empleo de bombeo fotovoltaico, el cual cumpla con la premisa de ser económico, además de ser confiable y competitivo con sus contrapartes.

Los datos, se obtuvieron a través de encuestas socioeconómicas, levantamiento topográfico de la red existente, determinación de localización de la fuente de captación y almacenamiento de agua. Posteriormente se procesó los datos mediante el uso programas de cómputo, teniendo como referencia la norma vigente guía de opciones tecnológico para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural y diversas referencias del web. Llegando a conclusión de empleo básicamente una bomba sumergible con sus respectivos equipos y accesorios, varios módulos de paneles solares, sin utilizar batería como unidad de potencia o almacenamiento energético.

**Palabras claves:** Abastecimiento de agua, sistema de bombeo, energía solar.

## ABSTRACT

In the Cachuyo Solloccotaña Community of Orurillo district, he presents high indices of poverty and childlike malnutrition, because of that the population consumes of craft wells, directly causes of illnesses of hydric origin and this it can not be gained by means of the gravity, because of which this finds one below the level of the inhabitant ones of the community and having an installation systemizes of potable water infrastructure, but without source of water catering. For the access to that potable water uses the employment of photovoltaic bulge that complies with the premise of being economic, besides being reliable and competitive with his counterparts. Topographic raising of the existing network, determination of localization of the source of reception and water storage obtained the data, through socioeconomic polls. Web tried the data by that I use calculation programs, having as technological guide of options for water catering systems indexes the valid rule for human consumption and reparation in the rural environment and several references of that subsequently. Arriving to employment conclusion I join submersible bomb with his respective teams and accessories, several solar panel modules, basically, without using kitchenware I eat unit.

**Words keys :** Water catering, bulge system, solar energy.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido vital para el ser humano y de las demás especies de nuestro planeta. Su importancia ha hecho que el ser humano se esfuerce en su obtención, presentándose un reto en caso de que la fuente de agua está por debajo de la localidad a abastecer, presentándose como solución el bombeo del agua hasta un reservorio y que de ahí sea distribuido; existen diversos sistemas de bombeo, que van desde los sistemas de bombeo que tiene como fuente de energía eléctrica viento, térmica y solar; pero muchas veces alguno tipos de bombeo simplemente no funcionan por que los usuarios no pueden solventar los gasto en etapa de operación y mantenimiento es por esta razón en este proyecto se hace un estudio minucioso en la parte análisis socio económico de los beneficiarios; partiendo de la premisa de que el sistema a diseñar debe ser mantenido por la comunidad y debe ser de bajo costo de operación y mantenimiento. Cabe precisar que el autor de la tesis se radica en la misma comunidad en estudio.

El proyecto de investigación está organizado en cuatro capítulos. El primer capítulo se describe el problema de la investigación y se establecen los objetivos a seguir en el desarrollo de la investigación.

El segundo capítulo trata de antecedentes y de la revisión de literatura, conteniendo básicamente del sistema fotovoltaico, sistema de bombeo, fuentes de abastecimiento de agua potable en zonas rurales con las respectivas consideraciones a seguir para su selección de motor y módulos solares.

En el tercer capítulo se establece los criterios metodología y materiales de diseño, población, muestra, cálculo, simulación en programa computo.

En el cuarto capítulo trata de análisis de resultados y discusiones obtenidos del capítulo anterior, respecto de selección de lugar adecuado de captación, reservorio, motor bomba, módulos solares y contrastación de hipótesis.

En el quinto capítulo se da a conocer las conclusiones dando respuesta a los objetivos, hipótesis y problema presentada en orden de importancia.

Finalmente, en el sexto capítulo, se exponen las recomendaciones

## **1.1 Planteamiento del problema**

La comunidad Cachuyo Solloccotaña no cuenta con un sistema de agua potable apto para consumo humano, en la cual el agua que consumen directamente de los pozos que no recibe ningún tipo de tratamiento, produciéndose así enfermedades de origen hídrico.

La causa principal de esta situación radica en: carencia de fuente de agua que no puede ser captada por medio de la gravedad, debido a que esta se encuentra por debajo del nivel de los pobladores de la comunidad, para poner en puesta en funcionamiento el servicio de agua potable y saneamiento, la infraestructura se encuentra instalado en la mencionada comunidad.

Por lo tanto, en la presente investigación se propone una alternativa que pueda contrarrestar en tal medida la problemática con la que padece hoy en día la población, la cual se trata del diseño de un sistema de agua potable por bombeo, mediante la energía solar fotovoltaica, salvándose así el desnivel que hay entre la fuente de captación y la comunidad.

### **1.1.1 Definición del problema.**

De acuerdo a este estudio se desea proyectar un sistema, basado en las condiciones del lugar y para mejorar la calidad de vida de la población por lo tanto nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Qué solución puedo optar como proyecto para que la población cuente con un Sistema de Agua Potable sostenible, ante una fuente de captación de nivel inferior y que además carece tanto de red eléctrica trifásica como de recursos económicos para la obtención de combustible en la jurisdicción de la comunidad Cachuyo Solloccotaña del distrito de Orurillo, provincia de Melgar, región Puno?

#### **Problemas específicos.**

- a) ¿Es posible diseñar un sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica que responda a las diferencias de niveles y a las condiciones del lugar?
- b) ¿Es posible el diseño que cumpla con la premisa de ser económico y confiable en la etapa de operación del proyecto?

c) ¿Es posible la interconexión a la red existente de instalación sistema de agua potable en la comunidad?

### **1.1.2 Limitaciones.**

La limitante principal en la vida útil de estos sistemas reside en la etapa de almacenamiento o acondicionamiento de energía, ya que a los cinco años de uso requieren cambio de baterías. Por otro lado, la vida útil de una celda solar comercial típica puede llegar hasta los 25 años y los motores sumergibles hasta 10 de uso.

La comunidad Cachuyo Solloccotaña, abarca un área de influencia de aproximado 210 Há., cuenta con 70 viviendas de las cuales el 30 % de las viviendas son concentradas y el 70% semidispersas y 02 locales institucionales, entre los que destacan la Institución Educativa Primaria N° 70811 con 13 alumnos, Institución Educativa Inicial de Cachuyo con 7 alumnos.

### **1.1.3 Objetivos.**

#### **Objetivo general**

Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en la Comunidad Cachuyo Solloccotaña del distrito de Orurillo, Provincia de Melgar, Región Puno, lo cual permitirá mejorar la calidad de vida.

#### **Objetivos específicos**

- a) Diseñar un sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica para abastecimiento de agua potable en la comunidad Cachuyo Solloccotaña.
- b) Verificar la premisa de ser económico y confiable en la etapa de operación del proyecto
- c) Plantear la posibilidad de interconexión a la red existente de instalación sistema de agua potable en la comunidad.

### **1.1.4 Justificación e importancia del problema.**

El desarrollo del proyecto de tesis contribuye técnicamente aprovechando el uso de energía solar como fuente energética para bombear agua con fines de uso poblacional aplicación adecuada y oportuna de estas tecnologías permitirá. Bombeando se salvará el desnivel que hay entre la población y captación al reservorio tres veces más grande que de normal de ahí distribuirlo.

El desarrollo de la tesis es evidente que se proyecta resolver la carencia de agua apto para consumo humano, que en su etapa de operación esté al alcance de posibilidad económica de los más necesitados, y contribuirá con el desarrollo sostenible mejorar la calidad de vida en la comunidad Cachuyo Solloccotaña del Distrito de Orurillo.

El aprovechamiento de energía renovable es libre y gratuita, en la etapa de implementación básicamente se utiliza una bomba sumergible, paneles solares, reservorio y un pozo con la finalidad abaratar los costos en su etapa de implementación y también abaratar los costos en su etapa de operación.

Respetando las normas del medio ambiente, sistema de agua potable y sanitarias, del ministerio salud que está vigente.

EL método que empleo es descriptivo y experimental, empezando con censo y encuestas a la población, adquisición de datos en el campo a través de levantamiento topográfico, procesando datos en la computadora para luego contrastar hipótesis mediante estadístico.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

En los últimos años se le ha dado más importancia al estudio de energía solar fotovoltaica para aplicaciones en usos de sistema de bombeo de agua con fines poblacionales; entre ellas se puede mencionar los siguientes:

En el resumen de la tesis pregrado titulado *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones, Piura - Perú*. Afirma: “Se ha utilizado la tecnología solar fotovoltaica como una buena alternativa de aplicación en estas zonas de características tan particulares donde la energía solar ofrece mayores ventajas frente al uso de otros tipos de energía” (Lossio, 2012).

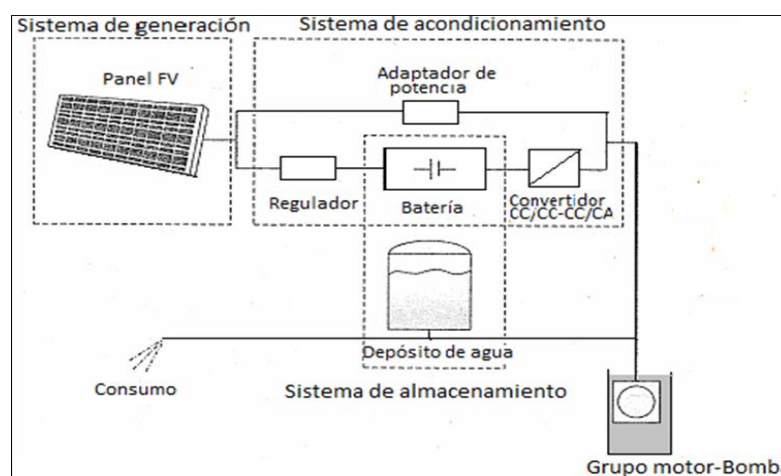
En la tesis pregrado titulado *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región San Martín - Perú*.

Del análisis técnico, se desprende que la alternativa seleccionada para el diseño del sistema de agua potable por bombeo, es la única alternativa, segura, accesible y sostenible para el centro poblado Ganimedes ya que actualmente en un nivel por debajo del centro poblado, siendo necesario el diseño de un sistema de agua potable por bombeo, por lo que al proyectar un sistema por bombeo mediante energía solar fotovoltaica, esta salvará las diferencias de desnivel entre la captación y el centro poblado, y que no requerirá de energía eléctrica ni de combustibles fósiles para su funcionamiento, siendo sostenible en el tiempo (Guevara, 2016, pág. 68)

## 2.2 Sistema de bombeo por energía solar fotovoltaica

de bombeo de agua consta, en general, de un generador FV, un sistema motor/bomba, un sistema de acondicionamiento de potencia (opcional) de acoplo entre el generador FV y el motor, un sistema de acumulación, un pozo y un sistema de tuberías. A pesar de que se instalan bombas de superficie y flotantes, la configuración más habitual es un sistema motobomba sumergible instalada en un pozo. (Arija G, 2010, pág. 5)

Figura 2.1 Esquema típico de un bombeo fotovoltaico de agua.



Fuente: (Arija G, 2010)

### 2.2.1 Paneles fotovoltaicos.

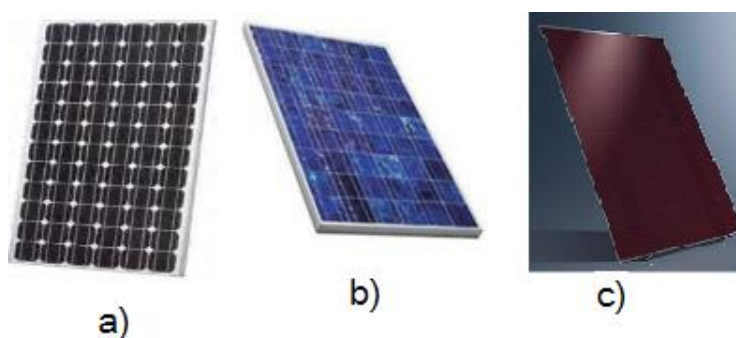
En Wikipedia citada en su tesis de Guevara, (2016), pág. 65. Están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, del griego "fotos", luz. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía lumínica produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente. Los materiales para celdas solares suelen ser silicio cristalino o arseniuro de galio. Cuando se expone a luz solar directa, una celda de silicio de 6 cm de diámetro puede producir una corriente de alrededor 0,5 amperios a 0,5 voltios (equivalente a un promedio de 90 W/m<sup>2</sup>, en un campo de normalmente 50-150 W/m<sup>2</sup>, dependiendo del brillo solar y la eficiencia de la celda.

#### 2.2.1.1 Tipos de paneles solares según su fabricación.

En el módulo de tipo mono cristalino se pueden distinguir las diferentes células que lo conforman dejando pequeños huecos en sus esquinas. La tecnología poli cristalina

presenta una superficie más continúa entrecruzada por las líneas de conexión eléctrica. La superficie del módulo presenta un reflejo irisado y más azulado. Los módulos amorfos de capa fina presentan una superficie homogénea sin distinción de elementos separados ni conexiones con un aspecto oscuro con reflejos pardo-anaranjados. (Instituto Aragonés del agua, 2015, pág. 14). Se muestra en la siguiente figura:

**Figura 2.2** Paneles solares: a) silicio monocristalino, b) Silicio policristalino y c) amorfo



**Fuente:** (Instituto Aragonés del agua, 2015)

## 2.2.2 Subsistema motor Bomba.

El subsistema motor-bomba está formado por un motor que acciona una bomba de agua. En general, los motores pueden ser de corriente continua (DC) o de corriente alterna (AC). Las bombas pueden ser centrífugas o de desplazamiento positivo. Por su situación en el pozo los sistemas motor-bomba pueden ser sumergibles, flotantes o de superficie. (Cruz, 2011, pág. 19)

### 2.2.2.1 Motor DC

Un motor es una máquina que transforma energía eléctrica en energía mecánica. Los motores de corriente continua se caracterizan por su voltaje, potencia y velocidades nominales y por el par motor. La potencia que puede desarrollar un motor es proporcional al par motor y a la velocidad. El par motor es proporcional al flujo inductor y a la intensidad de carga. La velocidad de giro del motor varía con el voltaje e intensidad de funcionamiento, así como con el flujo magnético. Las principales ventajas de los motores DC son: Altos rendimientos y no necesitan un inversor. En general están bien diseñados para acoplarse directamente al generador FV cuando accionan bombas centrífugas. (Cruz, 2011, págs. 19-20)

### 2.2.3 Bombas y Tipos de bomba solar

Una bomba es una máquina capaz de transformar energía mecánica en energía hidráulica. Hay dos tipos básicos de bombas:

- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas
- Bombas centrífugas.

Las bombas de desplazamiento positivo tienen un contorno móvil que, por cambios de volumen, obliga al fluido a avanzar a través de la máquina. Se abre una cavidad en la que el fluido penetra a través de una toma y después se cierra expulsando el fluido por la abertura de salida. Las bombas centrífugas añaden simplemente cantidad de movimiento al fluido por medio de paletas o alabes giratorios. Estas bombas son útiles cuando hay que bombear agua a poca altura, y por ello se las utilizan para extraer agua de ríos, arroyos o lagos. Incrementos substanciales en el valor de la altura, requieren valores muy elevados para la potencia a instalarse. (Cruz, 2011, pág. 21)

Figura 2.3 Bombas sumergibles Lorentz Serie Ps con controlador.



Fuente: (Cruz, 2011)

### 2.2.4 Acondicionamiento de potencia

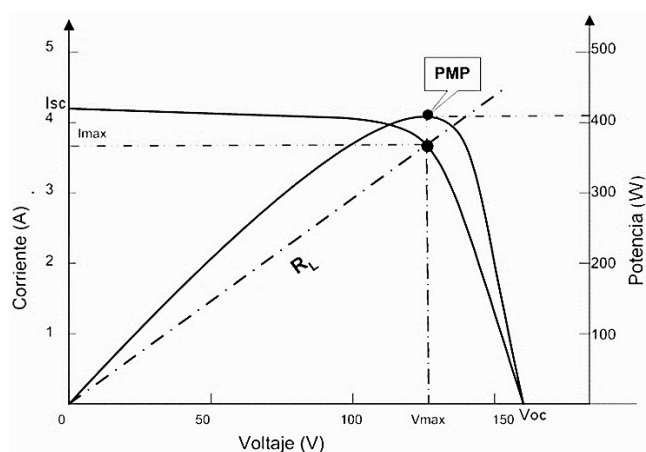
El empleo de dispositivos de acondicionamiento de potencia tiene la función de seguir el punto de máxima potencia para transferir la máxima energía posible al motor, se colocan entre el generador y la motobomba y siempre son necesarios en el caso de bombas accionadas mediante motores AC (inversores). En general, la inclusión de estos equipos en el sistema implica pérdidas de potencia por autoconsumo y rendimiento del 4% al 7%, un coste adicional y una fuente potencial de fallos; por ello su uso solamente está justificado si el incremento en la energía hidráulica de salida es considerablemente mayor.

El aumento del coste y la disminución de la fiabilidad se ven compensados por el aumento del rendimiento total del sistema. Los convertidores DC/DC, debido a que su propósito principal es mantener tanto al generador como a la carga en su respectivo punto de trabajo óptimo, suelen ser seguidores del punto de máxima potencia (MPPT) y efectúan un ajuste de potencia para incrementar el rendimiento del sistema de bombeo a largo del día. Sus principales funciones en el sistema son: Producir elevadas corrientes para que el motor pueda funcionar a bajos niveles de irradiación (disminuyen los umbrales de irradiación de bombeo) y Maximizar la potencia entregada por el generador fotovoltaico. (Cruz, 2011, pág. 26)

### 2.2.5 Seguimiento de punto máxima potencia (MPPT)

Un generador FV, bajo condiciones de irradiación uniformes, exhibe una característica corriente-voltaje con un punto de operación único, llamado punto de máxima potencia (PMP), donde el arreglo produce la mayor potencia de salida. Las técnicas para el seguimiento del punto de máxima potencia (SPMP) se emplean en los sistemas fotovoltaicos para maximizar la entrega de potencia del arreglo fotovoltaico, mediante el seguimiento continuo del punto de máxima potencia, que depende de las condiciones de irradiación y la temperatura del generador FV. (CENIDET, 2009, pág. 19)

Figura 2.4 Parámetros eléctricos y punto máxima de potencia



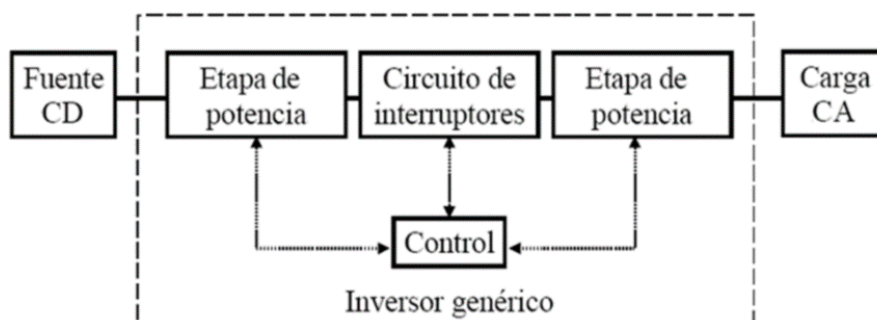
Fuente: (CENIDET, 2009)

### 2.2.6 Inversores.

Los inversores son equipos electrónicos que convierten la corriente continua en corriente alterna. El diagrama de bloques genérico de un inversor se representa en la

Figura 9 incluyendo la fuente CD, para este caso el sistema FV, y la carga de CA. El inversor está compuesto por tres elementos básicos: un circuito de interruptores, etapas de acondicionamiento de potencia y un sistema de control. (CENIDET, 2009, pág. 20)

Figura 2.5 Diagrama de bloques de un inversor genérico



Fuente: (CENIDET, 2009)

### 2.2.7 Uso de batería para acondicionamiento de potencia.

El uso de baterías en un sistema de bombeo FV, como sistema de acondicionamiento de potencia, permite fijar un voltaje de trabajo del generador fotovoltaico, lo que hace que el sistema pueda trabajar cerca del punto de máxima potencia e independientemente del nivel de irradiación y suministrar la corriente necesaria al motor, así como la corriente de arranque. Las baterías permiten almacenar la energía sobrante durante las horas de sol para reutilizarla durante las horas nocturnas o en momentos de muy baja irradiación. La introducción de baterías en un sistema de bombeo puede disminuir su fiabilidad e incrementar las necesidades de mantenimiento regular, es necesario incluir un regulador de tensión para protegerla de sobrecargas o sobre descargas, tienen un tiempo de vida limitado. (Cruz, 2011, pág. 27)

Almacenar agua en tanques es mucho más económico que almacenar energía en baterías. Después de cinco años o menos, las baterías necesitan reemplazarse, mientras que la vida útil de un tanque de almacenamiento bien construido es de varias décadas. El almacenamiento por baterías normalmente se justifica sólo cuando el rendimiento máximo del pozo durante las horas de sol es insuficiente para satisfacer las necesidades diarias de agua y cuando se requiere bombear agua durante la noche. La introducción de baterías en un sistema de bombeo FV podría reducir su confiabilidad e incrementar sus requerimientos de mantenimiento. En general no se recomienda utilizar baterías en sistemas de bombeo fotovoltaico. (CENIDET, 2009, pág. 33)

### 2.3 Uso de microcontroladores

La estructura general de un sistema de bombeo fotovoltaico demanda un mecanismo que sea capaz de la generación de señales de disparo para el convertidor elevador o reductor (en caso de requerirse), así como las necesarias para el inversor.

La tendencia generalizada en este punto es hacia el empleo de microprocesadores, en detrimento de esquemas basados en circuitería analógica-digital; en la mayor parte de los casos, con un enfoque directo a la generación de las señales para el control de disparos en el inversor que alimenta a la carga, en este caso, la motobomba.

Sin embargo, dadas sus capacidades, estos mismos suelen vincularse al seguimiento del punto de máxima potencia, así como a esquemas de protección y control. Si bien en muchos de los casos basta el empleo de microcontroladores sencillos, el uso de técnicas más avanzadas de modulación y la adición de nuevas características en los sistemas, han propiciado el uso cada vez mayor de DSC's y DSP's de propósito específico. (CENIDET, 2009, pág. 28)

### 2.4 Protección de bombas sumergibles Grundfos sqFLEX

La bomba SQF está protegida contra marcha en seco con el fin de evitar daños en la misma. La protección contra marcha en seco se activa por el electrodo de nivel de agua, colocado en el cable del motor 0,3 - 0,6 m por encima de la bomba, dependiendo del tipo de bomba. El electrodo de nivel mide la resistencia de contacto a la camisa del motor a través del agua. Cuando el nivel de agua desciende por debajo del electrodo de nivel de agua la bomba se desconecta. Se vuelve a conectar automáticamente cuando el nivel de agua lleve 5 minutos por encima del electrodo del nivel de agua. (GRUNDFOS, s.f., pág. 19)

#### 2.4.1 Interruptor de nivel y presión

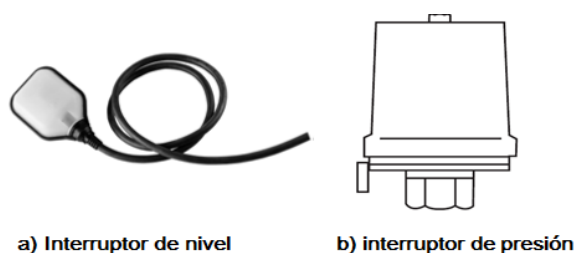
Nivel alto de agua: Contacto cerrado.

Nivel bajo de agua: Contacto abierto.

El interruptor de nivel, detiene la bomba cuando el tanque está lleno.

El controlador indica parada de funcionamiento en el caso de: marcha en seco, mantenimiento y Suministro de energía insuficiente

Figura 2.6 Sensores



Fuente: (GRUNDFOS, s.f.)

Protección contra sobre voltaje, carga y temperatura.

Cuando la tensión de alimentación es inestable puede producirse sobre voltaje o bajo voltaje. La bomba parará si la tensión cae fuera de la gama de tensión permitida. El motor vuelve a arrancar automáticamente cuando la tensión esté dentro de la gama permitida. Por consiguiente, no se necesita ningún relé de protección adicional.

En áreas con alta intensidad de rayos, se recomienda protección externa contra rayos.

Si se sobrepasa el límite superior de entrada de potencia, el motor lo compensará automáticamente, reduciendo la velocidad. Si la velocidad baja a menos de 500 rpm,

La protección contra sobrecarga evita que el motor se quemé, por lo que no se necesita ninguna protección adicional del motor. El motor parará automáticamente.

Un motor de imán permanente desprende muy poco calor. Este hecho, junto con un eficaz sistema de circulación interna que aleja el calor del rotor, estator y cojinetes, garantiza unas condiciones de funcionamiento óptimas del motor.

Como protección adicional, la unidad electrónica incorpora un sensor de temperatura. Cuando la temperatura sube por encima de 85°C, el motor para automáticamente; cuando la temperatura haya bajado a 75°C, el motor vuelve a arrancar automáticamente. (GRUNDFOS, s.f., pág. 8)

## 2.5 Diseño de sistema agua potable la parte hidráulica

Los periodos de diseño máximos para los sistemas de agua y saneamiento serán los siguientes:

- Fuente de abastecimiento 20 años.
- Obras de captación 20 años.
- Pozos 20 años.
- Reservorio 20 años.
- Tuberías de conducción, impulsión y distribución 20 años.



- Estación de bombeo 20 años.
- Equipos de bombeo 10 años. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 18)

**2.5.1 Población de diseño.**

Para el cálculo de diseño, se aplicará métodos matemáticos o métodos racionales. Como modelo simplificado se aplicará el método aritmético, expresado siguiente ecuación.

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{r*t}{100}\right) \dots(\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

P<sub>f</sub> Población futura o población de diseño

P<sub>a</sub> Población actual

r [%] Índice crecimiento población anual

t [años] Período de diseño. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 19)

**2.5.2 Dotación para consumo humano.**

La dotación deberá ser estimada sobre la base de un estudio de consumo de agua en ámbito rural, que deberá ser suscrito y sustentado por Ingeniero Sanitario o Civil. En ausencia de dicho estudio se aplicará valores comprendidos en los siguientes rangos. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 20)

Tabla 2.1 Dotación de agua

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	60 l/h/d	100 l/h/d

Fuente: (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016)

**2.5.3 Variaciones de consumo.**

El caudal promedio diario anual (Q<sub>p</sub>) es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. Este caudal estará en función de la población de diseño y la dotación, tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$Q_p = \frac{P \cdot D}{86400} \quad \dots(\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

$Q_p$  Caudal promedio diario anual, l/s.

$P$  Población de diseño, hab.

$D$ . Dotación, l/Hab/día. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 21)

#### 2.5.4 Consumo Máximo Diario.

El consumo máximo diario,  $Q_{md}$  se obtendrá de estudios de consumo reales en la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para  $Q_{md}$ , se considerarán un valor de 1.30 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ . Tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = K1 \cdot Q_p = 1.3 \cdot Q_p \quad \dots(\text{Ec. 2.3})$$

*Consumo máximo diario*

Donde:

$Q_{md}$  Consumo máximo diario, l/s.

$Q_p$  Consumo promedio diario anual, l/s. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 22)

#### 2.5.5 Consumo máximo horario.

El consumo máximo horario,  $Q_{mh}$ , se obtendrá de estudios de consumos reales en la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para  $Q_{mh}$  se considerará un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ . En la siguiente ecuación:

$$Q_{mh} = K2 \cdot Q_p = 2 \cdot Q_p \quad \dots(\text{Ec.2.4})$$

Donde:

$Q_{mh}$  Consumo máximo horario, l/s.

$Q_p$  Consumo promedio diario anual, l/s. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 23)

### 2.6 Caudal de diseño de bombeo

#### 2.6.1 Línea de impulsión.

El caudal de diseño de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño. Como no resulta aconsejable mantener períodos

de bombeo de 24 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo a la relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo. Tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{N} \quad \dots(\text{Ec.2.5})$$

Donde:

$Q_b$  Caudal de bombeo, l/s.

$N$  Número de horas de bombeo.

$Q_{md}$  Caudal máximo diario, l/s. (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 18)

Guevara (2016) pág.39. La selección del diámetro más adecuado se calcula usando la fórmula de Bresse

Tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$d = 1.3 * \lambda^{1/4} * \sqrt{Q_b} \quad \dots(\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

$d$  Diámetro de la tubería, m.

$\lambda$  N° de horas de bombeo entre 24 horas

$Q_b$  Caudal de flujo en m<sup>3</sup>/s. (Guevara, 2016, pág. 39)

### 2.6.2 Velocidad y presión.

Es muy importante calcular la velocidad y presión de agua en las tuberías. Cuando se trata de un sistema rural de abastecimiento de agua es aceptable tener velocidades menores a 0.6 m/s para minimizar las pérdidas por fricción y se deberá mantener una presión de por lo menos 5 m en los puntos críticos, tal como lo recomiendan las normas generales del Ministerio de Salud, tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Q_b}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} \quad \dots(\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

$V$  Velocidad del flujo a través de la tubería, m/s.

$Q_b$  Caudal del flujo, m<sup>3</sup>/s.

$A$  Área de la sección transversal de la tubería, m<sup>2</sup>. (Lossio, 2012, pág. 45)

### 2.6.3 Pérdida de carga en las tuberías.

Se calculará las pérdidas por fricción mediante fórmula de Hazen- Williams:

$$S_f = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{0.2788C_H d^{2.63}}} \dots(\text{Ec. 2.8})$$

Donde:

$S_f$  Pendiente de fricción, mm/m.

$Q$  Caudal, (m<sup>3</sup>/s).

$C_H$  Coeficiente de Hazen -Williams.

$d$  Diámetro de la tubería, m. (Lossio, 2012, pág. 46)

### 2.6.4 Determinación de la altura hidráulica de bombeo.

La altura dinámica total ( $H_T$ ) tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$H_T = H_g + H_{f\text{total}} + P_s \dots(\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

$H_T$  Altura dinámica total m.

$H_s$  Altura de aspiración o succión

$H_d$  Altura de descarga

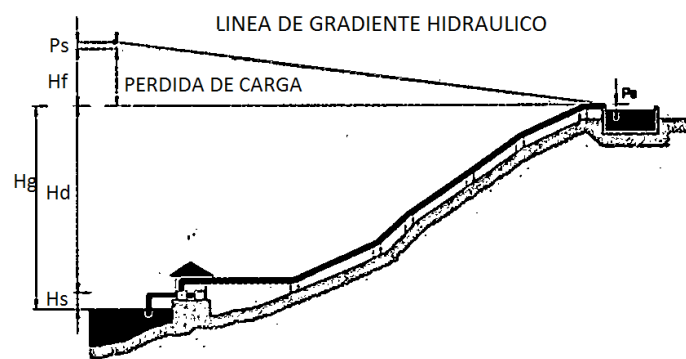
$H_g$  Altura geométrico, esto es la diferencia de nivel; (altura estática total)

$$H_s + H_d = H_g$$

$H_{f\text{total}}$  Pérdida de carga (totales)

$P_s$  Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 m). (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 94)

Figura 2.7 Línea gradiente hidráulico de impulsión



Fuente: (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016)

### 2.6.5 Potencia del equipo de bombeo.

R. M. N° 173-2016 vivienda 2016, 93. La potencia de la bomba se determinará por la siguiente ecuación.

$$P_b = \frac{Q_b \cdot H_t}{76 \cdot \varepsilon} \quad \dots \text{(Ec. 2.10)}$$

Donde:

$P_b$  Potencia del equipo de bombeo en HP.

$Q_b$  Caudal de bombeo en l/s

$H_T$  Altura dinámica total en

$\varepsilon$  Eficiencia teórica 70% a 90% (R. M. N° 173-2016 vivienda, 2016, pág. 93)

## 2.7 Volumen de Reservorio

R. M. N° 173-2016 vivienda (2016), p.23. El porcentaje de regulación es del gasto máximo diario se estima con la siguiente formula

$$VR = Q_{md} \times 86.4 \times 0.25 \quad \text{para sistema de gravedad 25\% de } Q_{md}.$$

$$VR = Q_{md} \times 86.4 \times 0.30 \quad \text{para sistema de Bombeo 30\% de } Q_{md}.$$

Ecuación 11. Volumen de regulación del reservorio

## 2.8 Análisis Calidad de Agua

Ministerio de salud establece se debe analizar antes de de que se inicie el proyecto. (SALUD, 2010) establece: Los análisis Bacteriológicos y Físico-Químico, serán Realizados en los laboratorios de la DISA.

- Bacteriológico
- Físico-Químico.

## 2.9 Hipótesis

Para el desarrollo de este proyecto de investigación nos planteamos la siguiente hipótesis: diseño del sistema de bombeo para puesta en funcionamiento el servicio de agua potable en la jurisdicción de la comunidad Cachuyo Sollocotaña del distrito de Orurillo, provincia de Melgar, región Puno, permitirá mejorar las condiciones de vida en el lugar.

### Hipótesis Específicas:

- El diseño del sistema de agua potable por bombeo mediante energía solar fotovoltaica planteada para la comunidad Cachuyo Sollocotaña, salvará del desnivel de fuente de agua y población.
- el cual cumpla con la premisa de ser económico, además de ser confiable en la etapa de operación del proyecto
- Aprovechar la red ya existente de sistema agua potable en la comunidad.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y MATERIALES

#### 3.1 Metodología

Indica, que en una investigación descriptiva se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas, es decir se busca especificar las propiedades importantes del fenómeno que se ha sometido a análisis. (Hernández Sampieri Roberto, 2006, pág. 60)

Por consiguiente, la presente investigación es de tipo “experimental” debido a que se manipula variables físicas como la altitud, presión, velocidad, aceleración, diámetros de tuberías y potencia de equipos de bombeo.

#### 3.2 Universo, Muestra y Población.

##### 3.2.1 Universo.

El campo experimental comprende de:

- 70 viviendas y 70 familias.
- Población actual 223 personas.
- Una institución Educativa Primario N° 70811 con 13 alumnos y 2 profesores.
- Una Institución Educativa Inicial de 07 alumnos y 01 profesor.

##### 3.2.2 Muestra.

La población muestral de la comunidad está en función a la formula otorgada por la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos-Saneamiento básico, con la confiabilidad del 95.0% y margen de error de 5%; La muestra determinada es de 70 familias, considerando 63 viviendas.

### 3.2.3 Población.

Realizado el empadronamiento familiar al 100.0% de las viviendas, durante el mes de enero del 2017, por el tesista y el acompañamiento de las autoridades locales, se determinó que la población total es de 223 habitantes (110 varones y 113 mujeres), distribuidos en 70 viviendas. Densidad poblacional de 3 habitantes por vivienda.

Tabla 3.1 Censo Población y Vivienda 2017

Sectores de Comunidad	Nº Población	Nº viviendas	Nº familias
Cachuyo	59	16	16
Seqqeseqqe	79	28	28
Sollocotaña	85	26	26
Total	223	70	70

Elaboración: Propia.

#### 3.2.3.1 Ubicación y descripción de la población.

La ubicación de La Comunidad Cachuyo Sollocotaña se encuentra ubicada al sur del Perú.

Región : Puno

Provincia : Melgar

Distrito : Orurillo

Coordenadas: UTM (Sistema de Coordenadas Universal Transversal del Mercator)

Este: 344400 hasta 345500, Norte: 8364000 hasta 8378500, Altitud: 3904 hasta 3938

Figura 3.1 Ubicación del proyecto en la mapa de Orurillo



Elaboración: Propia.

### 3.2.3.2 Vías de acceso.

En el siguiente cuadro se indica.

Tabla 3.2 Vías de acceso

Desde	A	Tipo de vía	Medio de transporte	Km.	Tiempo
Puno	Juliaca	asfaltada	automóvil	60	45 minutos
Juliaca	Progreso	asfaltada	automóvil	90	80 minutos
C.P. Progreso	Comunidad Cachuyo S.	Trocha	automóvil	8	15 minutos

Elaboración: Propia.

### 3.2.3.3 Clima

La zona de estudio no cuenta con una estación meteorológica cercana; en la región sierra, presenta precipitación pluvial durante el período de verano granizado y trueno por las tardes (enero a marzo). Los meses de junio hasta a fines del mes de agosto en las noches el clima es muy fría (helada) y de día bastante radiación solar.



#### **3.2.3.4 Hidrología.**

El sistema hidrográfico está conformado por el río Grande que desembocan en el gran Río Ramis, También conforma por laguna de Orurillo (agua dulce), laguna de Ancocota (agua salada ácida).

#### **3.2.3.5 Topografía.**

La zona de estudio presenta un relieve variado, se distinguen zonas planas y márgenes derecho e izquierdo del río Grande. Además, algunas zonas más inclinadas, con presencia de lomas, cerros cubiertos de poca vegetación con abundante material rocoso. Igualmente, algunas quebradas y pampa secas.

#### **3.2.3.6 Aspectos socioeconómicos**

##### *3.2.3.6.1 Salud*

Las familias de la comunidad tienen que desplazarse hasta el puesto de Salud de Choquesani. Esta dependencia de salud cuenta con 01 Obstetra que asume la jefatura del establecimiento, 01 enfermera y 01 técnicos en enfermería quienes se encargan de realizar actividades preventivas promocionales, identificación, diagnóstico y tratamiento ambulatorio de acuerdo a su capacidad resolutive, como establecimiento 1 – 1 del Ministerio de Salud.

##### *3.2.3.6.2 Educación*

En la comunidad Cachuyo Sollocotaña cuenta con: Institución Educativa. Primaria N° 70811, con una población de alumnos matriculados en año 2017 es 14 alumnos y 02 profesores. Institución Educativa Inicial de Cachuyo, con una población de alumnos matriculados en año 2017 es 07 alumnos y 01 docente. Laboran cinco días a la semana.

##### *3.2.3.6.3 Servicios básicos*

La Comunidad Cachuyo Sollocotaña no cuenta con sistema de agua potable. Agua se bastecen de pozos artesanales. Se tiene instalado infraestructura de agua potable, pero sin suministro de agua.

La eliminación de excretas es realizada en los pozos ciegos existentes en la localidad, los cuales han sido construidos anteriormente y éstas han cumplido su vida útil, también tiene baños con arrastre hidráulico, esto no entra en operativo por falta de agua presión en la tubería.

### 3.2.3.6.4 Electrificación

La comunidad Cachuyo Sollocotaña, se encuentra electrificado sistema de 220 voltios monofásico proveniente la línea de transmisión red primaria de localidad de Ayaviri.

### 3.2.3.6.5 Medios de comunicación

En lo que se refiere a comunicaciones, las localidades no cuentan con los principales servicios, como: correo, teléfono, fax, etc., que son los que permiten una comunicación más fluida y eficaz entre las poblaciones. Cabe resaltar que en esta zona la radio es quizá el medio de comunicación más importante, siendo la emisora más escuchada sintonizan las radios A.M. regionales: Onda Azul, Pachamama, no hay cobertura de señales telefónica tales como Movistar, Claro y Bitel.

## 3.2.3.7 Actividad económica

### 3.2.3.7.1 Información sobre la capacidad y disposición de pago.

#### a) Ingreso familiar mensual.

Tabla 3.3 Ingreso familiar mensual

Monto	Nº familias	% de familias
De 100 a 200 soles	4	5,70
De 201 a 400.00 soles	10	14,29
De 401 a 600.00 soles	23	32,86
De 601 a 800.00 soles	21	30,00
De 801 a 1000.00 soles	10	14,29
De 1001 a 2000 soles	2	2,86
Total	70	100.00

Elaboración: Propia.

Los ingresos mensuales percibidos por la mayoría de las familias fluctúan entre los 401.00 a 800.00 soles, en el 62.86% de las familias fluctúan de 201.00 a 400.00 soles mensuales, en el 14.29% de las encuestadas

**Egreso familiar mensual.**

Tabla 3.4 Gasto Familiar Mensual

Gastos	Total en soles mensual
Alimentos	240
Transportes (viajes)	49.9
Salud	9.77
Educación	92.2
Combustible/GLP	44.9
Vestimenta	40.09
Electricidad	6.14
Otros	31.4
<b>Total</b>	<b>514.41</b>

Elaboración: Propia.

El promedio de gastos al mes de las familias es de S/.514.41.0 soles.

**b) Análisis Ingresos/Egresos.**

Tabla 3.5 Ingresos/egresos familiares

Concepto	Monto (soles)
Ingreso de promedio Mensual	597.14
Egreso promedio Mensual	514.41
Saldo Mensual	82.72

Elaboración: Propia.

El análisis de los ingresos y egresos que tienen las familias refleja ingresos mensuales ínfimos (S/.597.14 soles mensuales), que no alcanzan el sueldo básico mensual que asciende a 850.00 soles en el Perú, lo que nos evidencia que tienen una economía de subsistencia, que no les permite ampliar su horizonte para la mejora de sus condiciones de vida.

Respecto al egreso promedio mensual, este es de S/. 514.41 soles. La capacidad de ahorro mensual es de S/. 82.73 soles.

**c) Disposición de pago de las familias.**

Tabla 3.6 Disposición pago de familias

Descripción	Nº familias	%
sí	67	95.7
No	3	4.3
	70	100.0

Elaboración: Propia.

La disposición de pago por el servicio de agua es asumida por el 95.7% de las familias. Solo el 4.3% de las familias refirió no poder pagar por este servicio.

**d) Monto disponible a pagar por el servicio de agua.****Tabla 3.7** Disponibilidad a pagar por el servicio de agua mensualmente

Monto	Nº familias	% de familias	Cantidad de S/. a pagar
0.00 a 0.10 soles	3	4.29	0.15
De 0.10 a 1.00 soles	7	41.43	3.85
De 1.10 a 2.00soles	37	27.14	57.35
De 2.10 a 3.00 soles	17	12.86	43.35
De 3.10 a 4.00 soles	6	7.14	21.30
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	<b>126.00</b>

Elaboración: Propia.

De la tabla se interpreta que están dispuestos pagar la suma de S/.122.50 las 70 familias esto quiere decir que el 95.71% de familias están dispuestos a pagar la suma de promedio de S/.1.80.

**3.2.3.7.2 Actividades económicas predominantes**

Las actividades económicas se complementan entre sí, debido a que las familias no se dedican exclusivamente a un rubro, sino que realizan diversas actividades a fin de cubrir los gastos que demanda el sostenimiento familiar:

Tabla 3.8 Principales Actividades económicas y productivas

Descripción	Nº familias	%
Ganadería + agricultura	63	90.00
Ganadería + comercio	3	4.28
Comercio + Agricultura	1	1.43
Construcción	1	1.43
Instituciones Públicas	2	2.86
Total	70	100.00

Elaboración: Propia.

La Ganadería y agricultura representa la principal actividad económica productiva a la que se dedica el 90.0% de las familias.

### 3.3 Sistema de variables

Tabla 3.9 Variables e indicadores

VARIABLES	INDICADORES	SUB INDICADORES
<b>Variable independiente</b>		
Sistema bombeo fotovoltaico	fotovoltaico	Voltaje, corriente eléctrica
<b>Variable dependiente</b>		
Abastecimiento de agua	agua	Caudal, litro, metros cúbicos.

Elaboración: Propia.

#### 3.3.1 Diseño experimental de la investigación.

Son los procesos que se ejecutó en el transcurso del proyecto de investigación.

Adquisición de datos en el mismo lugar:

- De la red de distribución existente con wincha métrica y GPS.
- A la población con encuestas y entrevistas verbales.

Búsqueda y ubicación del terreno adecuado para ubicación de:

- Pozo para captación de agua.
- Para instalación de reservorio en la parte más alta de población

Procesamiento información en la computadora.

Consultar a la población de disponibilidad de terreno para instalación de reservorio, captación de agua subterránea, instalación de red de impulsión y distribución.

Averiguación de calidad de agua.

Redacción de proyecto de investigación.

Sustentación de proyecto de investigación.

### **3.3.2 Diseño de Instrumentos.**

Para la recolección de datos que permitan verificar la hipótesis, se procedió a ubicar las fuentes de datos. Se precisaron las técnicas e instrumentos para la captación de la información requerida.

#### **3.3.2.1 Fuentes:**

- El testimonio directo proporcionado por los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad.
- Versiones proporcionadas por expertos en bombas sumergibles, paneles solares

#### **3.3.2.2 Técnicas:**

- Encuesta aplicada a los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable sobre la disponibilidad del recurso hídrico durante el año
- Entrevista a los distribuidos de equipos para la cotización de precios.

#### **3.3.2.3 Instrumentos:**

- Catálogo de fabricantes de Bombas sumergibles.
- Catálogo de Fabricantes de paneles solares
- Catálogo de tuberías y accesorios de PVC

### **3.4 Materiales y recursos**

#### **3.4.1 Materiales humanos.**

- Investigador.
- Asesor

#### **3.4.2 Recursos materiales.**

- Materiales de oficina (Cd's, USB's, tinta de impresión, etc.).
- Muestra de calidad agua.
- Información de la comunidad.

### 3.4.3 Recursos de equipos.

- Equipos de oficina.
- Equipos de cómputo.
- Equipo topográfico GPS GARMIN *eTREX20* y *wincha 100m*
- Multímetro Digital
- Paneles solares
- Bomba sumergible, tubos PVC y accesorios de agua potable
- Cámara digital.
- Impresora.

### 3.4.4 Otros recursos.

- Software Microsoft Excel versión 2016.
- Software Microsoft Word versión 2016.
- Software AUTOCAD versión 2016.
- Software AUTOCAD Civil 3D Versión 2016.
- Software WATERCAD versión V8i
- Software S10
- Servicio de internet
- Movilidad local y hacia la zona de estudio.
- Fotocopias, impresión, ploteos, anillados y empastados.

## 3.5 Procesamiento de información

Luego de recopilar la información se empezó al procesamiento de los datos en forma computarizada, empleando programas de ingeniería como el programa de dibujo automatizado Auto Cad y Civil 3D, programa de procesamiento de redes de distribución WaterCAD V8i, hojas de cálculo en el programa Microsoft Excel y el programa de textos Microsoft Word utilizando formulas necesarias expuestas en el marco teórico.

### 3.5.1 Cálculo de población de diseño.

Población al año 2017 ( $P_a$ ) : 223 habitantes

Tasa de crecimiento ( $r$ ) : 1.5%

Periodo de Diseño ( $T$ ) : 20 años

Aplicando *la Ec. 2.1.*

$$P_f = 223 * \left(1 + \frac{1.5*20}{100}\right) = 290 \text{ habitantes}$$

$$P_f = 290 \text{ habitantes}$$

Para el periodo de duración del proyecto que es 20 años se habrá incrementado más 67 habitantes,

### 3.5.2 Dotación de agua (D).

De acuerdo a la R. M. N° 173-2016 vivienda, p.20. De la *Tabla 1*.

$$D = 80 \text{ litros/habitante/día}$$

D = Demanda de dotación de agua asumida proyección con letrina arrastre hidráulica.

### 3.5.3 Caudal de diseño.

#### 3.5.3.1 Consumo promedio diario anual (Qm).

Población futura ( $P_f$ ) : 290 habitantes.

Dotación (D) : 80 l/hab/día

Aplicando la *ec. 2.2*.

$$Q_m = \frac{290*80}{86400} = 0.258 \text{ l/s}$$

$$Q_m = 0.258 \text{ l/s}$$

#### 3.5.3.2 Consumo máximo diario (Qmd).

Es un factor importante utilizado en el diseño de captaciones, líneas de conducción e impulsión y reservorios de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Coficiente para población rural ( $K_1$ ) : 1.3

Consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ): 0.258 l/s

Según la *ec. 2.3*.

Consumo máximo diario Qmd :  $Q_{md} = K_1 * Q_m$

$$Q_{md} = 1.3*0.258 = 0.336$$

$$Q_{md} = 0.336 \text{ l/s}$$

#### 3.5.3.3 Consumo máximo horario (Qm.h).

Se utiliza para el diseño de líneas de aducción y redes de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Coficiente para población rural ( $K_2$ ) : 2

Consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ) : 0.258 l/s



Según la *ec. 2.4*

$$\text{Consumo máximo diario (Qm.h)} : Q_{md} = K_2 * Q_m$$

$$: Q_{mh} = 2 * 0.258 = 0.517 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 0.517 \text{ l/s}$$

### 3.5.4 Diseño de Componentes del sistema de agua potable

#### 3.5.4.1 Diseño de captación.

Tabla 3.10 Resultados de captación a través de pozo circular

Parámetros de diseño	Símbolo	Cantidad	Unidad
Diámetro interno del pozo 1	Di	1.50	m
Diámetro interno del pozo 2	Di	1.50	m
Profundidad total del pozo con agua		4.8	m
Capacidad de cada pozo superior a		8	m <sup>3</sup>
Los dos pozos almacenan agua superior a		16	m <sup>3</sup>
Aforo de cada pozo, mínimamente debe ser		0.40	L/s

Elaboración: Propia.

#### 3.5.4.2 Diseño de línea de impulsión.

##### 3.5.4.2.1 Caudal de bombeo (Qb)

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al *consumo máximo diario* para el período de diseño. Tomando en cuenta número de horas de bombeo un promedio de 6 horas diarias

$$\text{Número de horas de bombeo (N)} : 6 \text{ horas}$$

$$\text{Consumo promedio diario (Qm)} : 0.258 \text{ l/s}$$

Según la *ec. 2.5.*

$$Q_b = \frac{0.258 * 24}{6} = 1.02 \text{ l/s}$$

$$Q_b = 1.02 \text{ l/s}$$

##### 3.5.4.2.2 Selección del diámetro de la tubería.

Guevara, A. (2016), p. 40. Utilizando la fórmula de Bresse según (ec. 2.6)

$$d = 1.3 * \lambda^{1/4} * \sqrt{Q}$$

Reemplazando

$$d = 1.3 * \left(\frac{6}{24}\right)^{1/4} * \sqrt{\frac{1.02}{1000}} = 1.3 * 0.7071 * 0.0327 = 0.036$$

$$d = 0.036 \text{ m}$$

$$d = 36 \text{ mm}$$

Conversión a pulgada 1.5" = 1.5 \* 2.53 = 37.95 mm diámetro comercial mínimo disponible,  $d_c$  = diámetro comercial.

$$d_c = 37.95 \text{ mm}$$

a) *Velocidad media de flujo.*

Diámetro interior:  $d_c = 0.038 \text{ m}$ .

Caudal de bombeo:  $Q_b = 1.02 \text{ l/s}$

Según la *ec. 2.7.*

$$v = \frac{4 * 1.02 / 1000}{3.1416 * 0.038 * 0.038} = 0.91 \text{ m/s}$$

$$v = 0.91 \text{ m/s}$$

#### 3.5.4.2.3 Velocidad de propagación de onda

Densidad del agua :  $\delta = 1000 \text{ Kg/m}^3$

Módulo de la elasticidad del agua :  $\varepsilon = 2 * 10^9 \text{ N/m}^2$

Diámetro interior comercial de tubería :  $d_c = 0.038 \text{ m}$ .

Espesor de la tubería:  $e = 0.0016 \text{ m}$

Módulo de elasticidad de la tubería :  $= 2.94 * 10^9 \text{ N/m}^2$

Se tiene:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{\delta * \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{d_c}{e * E}\right)}}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1000 * \left(\frac{1}{2 * 10^9} + \frac{0.03795}{0.0016 * 2.94 * 10^9}\right)}}$$

$$\alpha = 341.64 \text{ m/s}$$

#### 3.5.4.2.4 Sobrepresión.

Velocidad de propagación de onda :  $\alpha = 341.64 \text{ m/s}$

Longitud de la tubería :  $L = 137.62 \text{ m}$

Gravedad :  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

Velocidad media de flujo :  $V = 0.89 \text{ m/s}$

Sobre Presión :  $\Delta H = \frac{\alpha V}{g}$

$$\Delta H = 341.64 * 0.91 / 9.81 = 31.69 \text{ mca}$$

$$\Delta H = 31.69 \text{ mH}_2\text{O}$$

### 3.5.5 Pérdida de carga.

#### 3.5.5.1 Pérdida de carga por fricción en la tubería:

Caudal de bombeo :  $Q_b = 1.02 \text{ l/s}$

Coefficiente de rugosidad :  $C = 150$

Diámetro interior de la tubería :  $d = 0.038 \text{ m.}$

Longitud de la tubería :  $L = 137.62 \text{ m.}$

Aplicando la *ec. 2.8.*

$$H_f = \left[ \frac{\frac{1.02}{1000}}{0.2785 * 150 * 0.03795^{2.63}} \right]^{1.85} * 137.62 = 5.46 \text{ m}$$

$$H_f = 5.46 \text{ m.}$$

#### 3.5.5.2 Pérdida de carga local por accesorios:

Velocidad media de flujo :  $V = 0.91 \text{ m/s}$

Gravedad :  $g = 9.81 \text{ m/s}^2.$

Teniendo en cuenta los accesorios y los cambios de dirección de los tramos, el coeficiente “k” se determina en el siguiente:

Tabla 3.11 Coeficiente “K” para la línea de impulsión.

DESCRIPCIÓN	Nº	K	TOTAL
Codo de 90°	3	0.9	2.7
Válvula check	1	2.5	2.5
Válvula compuerta abierta	1	0.2	0.2
Salida de tubo	1	1	1
Unión de desmontaje	1	0.4	0.4
Válvula de purga	1	2.5	2.5
total			9.3

Elaboración: Propia.

$$H_1 = \Sigma k * \frac{V^2}{2 * g}$$

Reemplazando

$$H_1 = 9.30 * \frac{1.02^2}{2 * 9.81} = 0.50 \text{ m}$$

$$H_1 = 0.50 \text{ m.}$$

$$\text{Pérdida de carga total} \quad H_{f \text{ total}} = H_1 + H_f$$

$$\text{Pérdida de carga total} \quad H_{f \text{ total}} = 0.50 + 5.46$$

$$\text{Pérdida de carga total} \quad H_{f \text{ total}} = 5.96 \text{ m.}$$

### 3.5.5.3 *Altura geométrica.*

Esto es la diferencia de nivel entre captación-reservorio (altura estática total). Se calcula mediante la expresión: teniendo en cuenta la profundidad del pozo 5.5 metros y el motor sumergible se instala su base a una altura de 0.5 metros.

$$H_g = H_s + H_d + H_p$$

Donde:

$H_g$  Altura geométrica, m.

$H_s$  Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior, m.

$H_d$  Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba, m.

$H_p$  Profundidad del pozo partir de la base del motor, m

$$H_g = 27.2 + 2.50 + 5 = 29.7 \text{ m.}$$

$$H_g = 34.7 \text{ m.}$$

### 3.5.5.4 *Altura manométrica o dinámica*

La altura dinámica total ( $H_{DT}$ ) se calcula mediante la *ecuación 2.9*.

$$H_{DT} = H_g + H_{f \text{ total}} + H_s$$

$$H_{DT} = 34.7 + 5.96 + 3.3 \text{ m.}$$

$$H_{DT} = 43.96 \text{ m.}$$

### 3.5.6 *Diseño del reservorio*

➤ Volumen de regulación para sistema de bombeo. Se calcula utilizando la empleando la *ec. 2.11*.

$$V_{\text{reg}} = Q_{\text{md}} \times 86.4 \times 0.30 \quad \text{para sistema de Bombeo } 30\% \text{ de } Q_{\text{md}}.$$

Reemplazando datos

$$V_{\text{reg}} = 0.349 \times 86.4 \times 0.30$$

$$V_{\text{reg}} = 9.05 \text{ m}^3.$$

➤ Volumen de reserva

$$V_{\text{res}} = 25\% \times V_{\text{alm}}$$

$$V_{res} = 25\%*(V_{reg}+V_{res})$$

$$V_{res} = 2.26 + 0.25*V_{res}$$

$$V_{res} = 2.26/0.75 = 3.02 \text{ m}^3$$

$$V_{res} = 3.02 \text{ m}^3$$

➤ Volumen de almacenamiento

$$V_{alm} = V_{reg}+V_{res}$$

$$V_{alm. \text{ diario}} = 9.05 + 3.02 = 12.06 \text{ m}^3$$

Nota: En el sistema de bombeo se recomienda que el almacenamiento del agua se debe prever días nublados o percances, para contrarrestar el efecto se considera el tamaño del reservorio más grande y la dotación será restringida. Para tal efecto consideramos para dos días nublado.

$$V_{almn} = V_{res} + 2*V_{reg}$$

$$V_{almn} = 3.02 + 2* 9.05=21.11 \text{ m}^3$$

$$V_{almn} = 21.11 \text{ m}^3$$

El volumen de agua de reserva para días nublados:

$$V_{res.d.nublados} = V_{almn} - V_{alm} = 21.11 - 12.06 = 9.05 \text{ m}^3$$

$$V_{res.d.nublados} = 9.05 \text{ m}^3$$

### 3.5.6.1 Dimensión del reservorio.

➤ Altura del agua :  $H = 2.30 \text{ m}$

➤ Largo :  $L = \sqrt{\frac{V_{almn}}{H}}$

$$L = \sqrt{\frac{21.11}{2.30}} = 3.03\text{m}$$

$$L = 3.03\text{m}$$

➤ Ancho :  $A = L$

$$A = 3.03 \text{ m.}$$

➤ Borde libre :  $B_L = 0.30 \text{ m.}$

➤ Altura Total :  $H_T = 2.60 \text{ m}$

➤ Capacidad máxima:  $L*A*H = 3.03*3.03*2.30 = 21.11 \text{ m}^3$

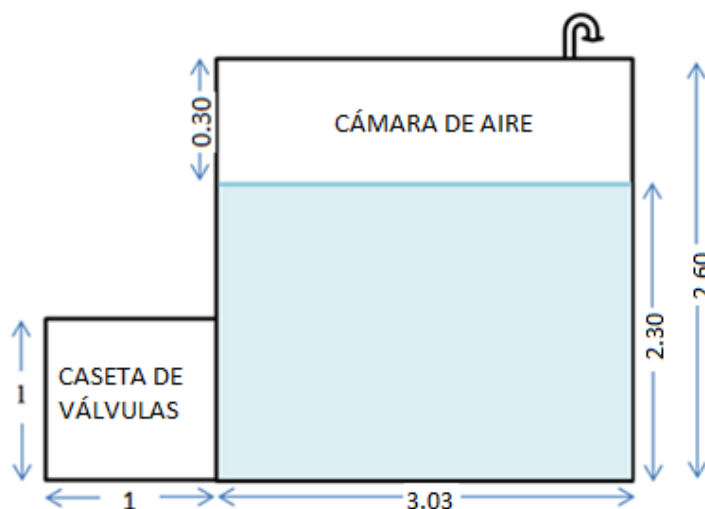
➤ Volumen asumido :  $V_u = L*A*H_T$

$$: V_u = 3.03*3.03*2.60 = 23.87\text{m}^3$$

$$V_u = 23.87\text{m}^3$$

El volumen calculado interior del reservorio es  $23.87 \text{ m}^3$  incluido cámara de aire.

Figura 3.2 Dimensión calculada del reservorio



Elaboración: Propia.

### 3.5.7 Diseño de redes de distribución.

#### 3.5.7.1 Datos topográficos.

Datos tomados con GPS GARMIN eTREX 20x, por el autor de tesis.

Se selecciona en formato UTM-WGS 1984 datum, Zone 19 South, Meter; Cent. Meridian 69d W.

Tabla 3.12 Puntos de coordenadas UTM-84

Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO
1	344639.00	8378325.00	3937.0	70811
2	344611.65	8378378.00	3937.0	PRONOEI
3	344989.05	8378523.50	3912.0	FELIX MAMANI
4	344995.61	8378527.26	3913.0	ROSA MAMANI
5	345193.27	8378393.79	3912.6	GREGORIO
6	345080.55	8378385.35	3912.5	SABINO ROCA
7	345091.1	8378355.94	3912.6	PEDRO GUTIERREZ
8	345089.18	8378337.72	3912.7	FLORENTINO GUTIERREZ

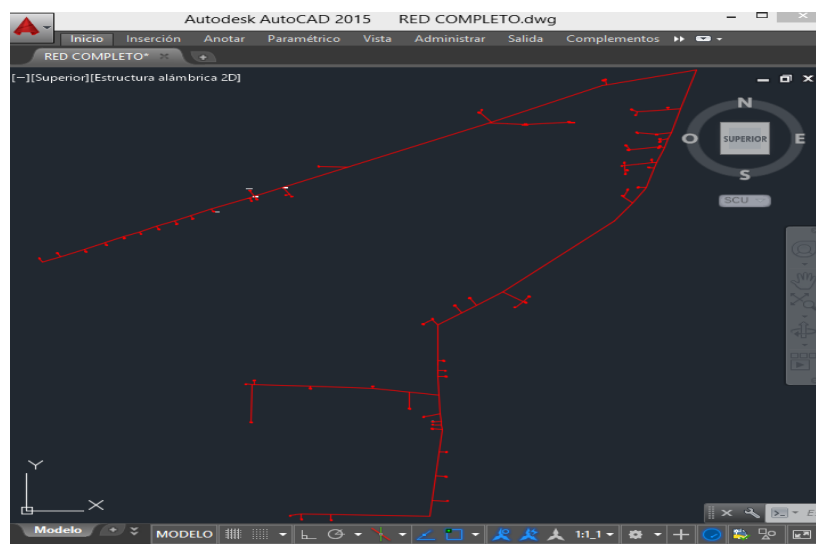
Elaboración: Propia.

Nota: Se muestra en Anexo 5. Los puntos completos de topografía

### 3.5.7.2 Trazo con autoCAD

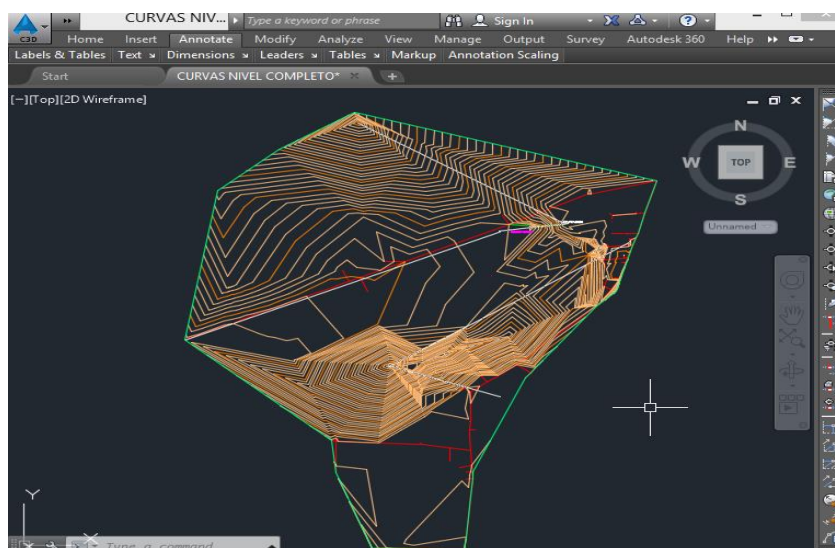
Para facilitar el trazo de la red de distribución se agregó un fondo a escala en formato DXF (propio de AutoCAD) de la red de distribución, para realizar el trazo con las herramientas de dibujo que WaterCAD proporciona para crear las uniones, tuberías, válvulas y reservorio que se puede ubicar sobre la base del plano agregado.

Figura 3.3 Trazo en AutoCAD tuberías y uniones.



Elaboración: Propia.

Figura 3.4 Trazo en AutoCAD civil 3d de las curvas de nivel en m.s.n.m.

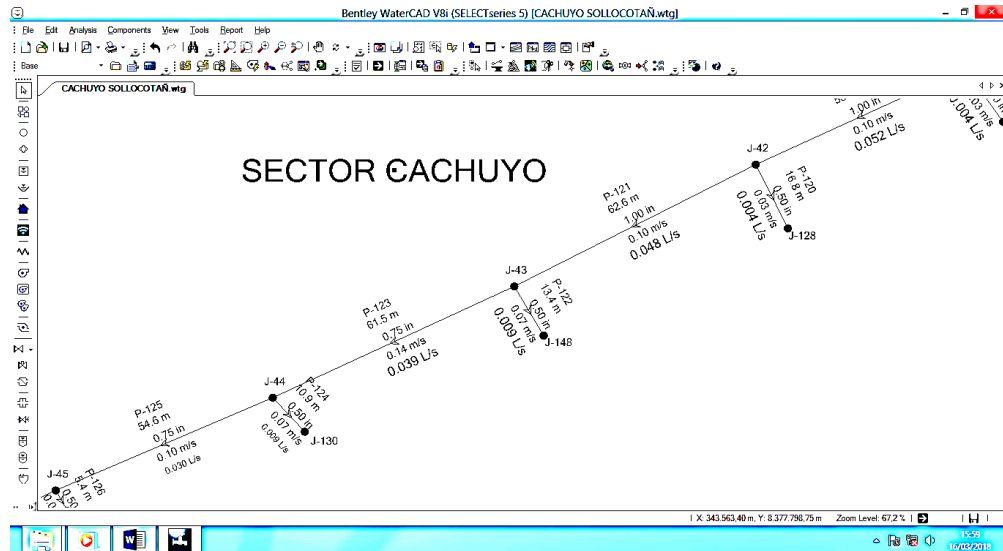


Elaboración: Propia.

### 3.5.7.3 Simulación de las redes de distribución mediante waterCAD.

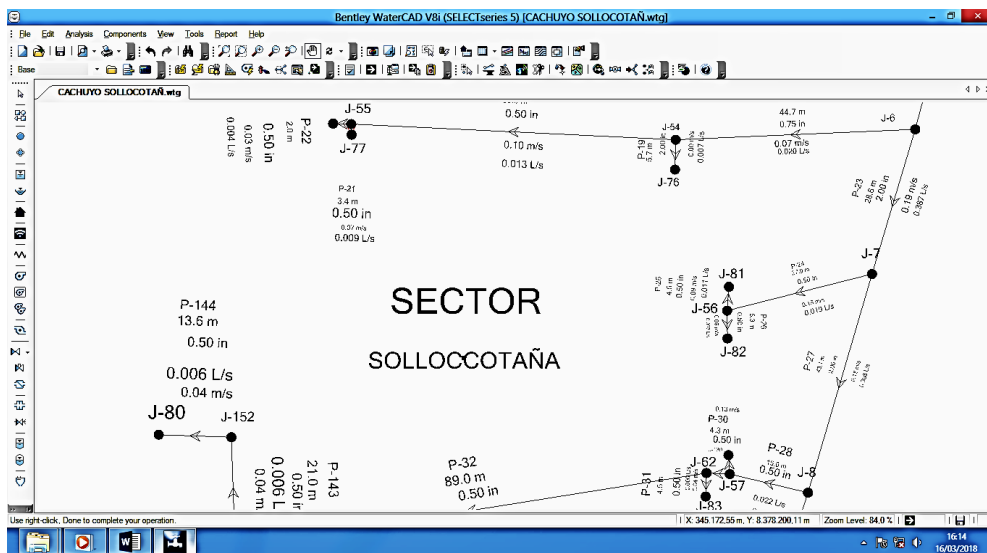
Software WaterCAD es para apoyarle en el proceso de implementación, edición y análisis de resultados de modelos de simulación hidráulica.

Figura 3.5 Modelamiento hidráulico Sector Cachuyo



Elaboración: Propia.

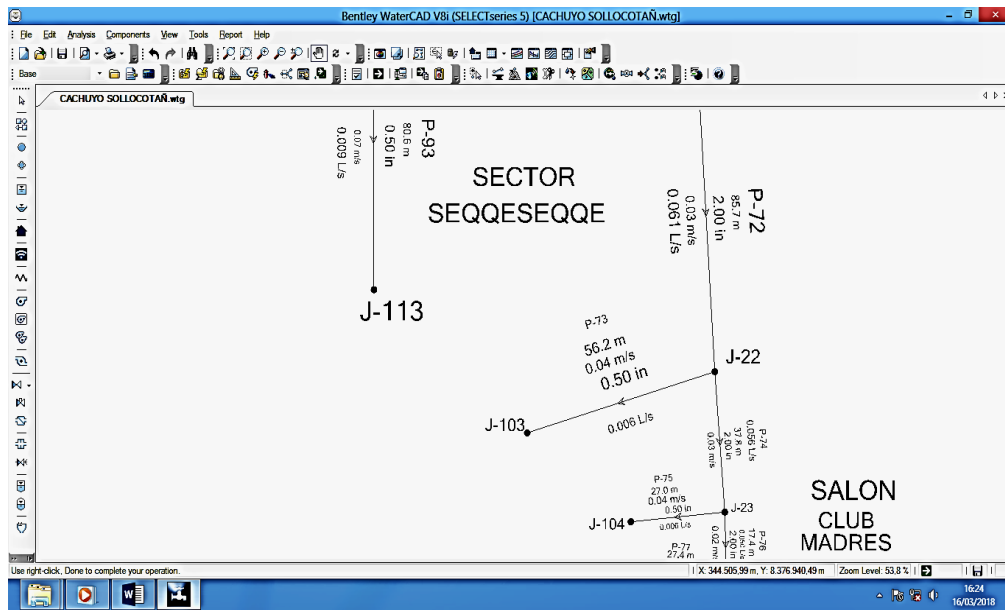
Figura 3.6 Modelamiento hidráulico Sector Sollocotaña



Elaboración: Propia.



Figura 3.7 Modelamiento hidráulico Sector Seqqeseqqe.



Elaboración: Propia.

Figura 3.8 Modelamiento hidráulico CAPTACIÓN – RESERVORIO



Elaboración: Propia

### 3.6 Diseño del sistema de bombeo solar fotovoltaica

#### 3.6.1 Potencia de la bomba.

Caudal de bombeo :  $Q_b = 1.02 \text{ l/s}$

Altura dinámica total :  $H_{DT} = 43.96\text{m}$ .

Eficiencia teórica : 70% a 90%

Utilizamos la *ec. 2.10*.

Potencia de la bomba :  $P_b = \frac{Q_b \cdot H_t}{76 \cdot \varepsilon}$

Reemplazando valores  $P_b = \frac{1.02 \cdot 43.96}{76 \cdot 0.75}$

$$P_b = 0.787 \text{ HP}$$

Convirtiendo, 1 HP = 746 watts

$$P_b = 586.84 \text{ W}$$

Calculo de la energía consumida por día

Potencia de la bomba (W) :  $P_b = 0.587 \text{ KW}$

Horas de bombeo :  $t = 6 \text{ h}$

Energía consumida :  $E_t = P_b \cdot t$

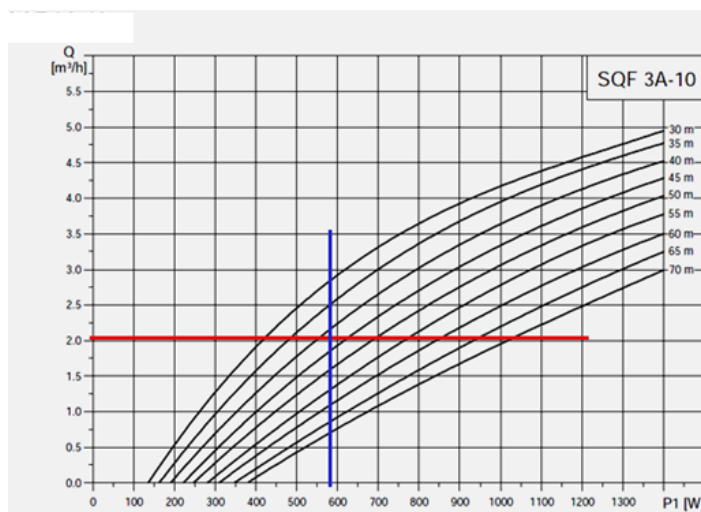
$$E_t = 0.587 \cdot 6 = 3.521 \text{ kWh}$$

### 3.6.2 Selección de motor- bomba solar comercial.

Se ha elegido la marca de bombas solares Grundfos, porque poseen una tecnología confiable y consolidada en el tiempo, es la más utilizada en el sistema de bombeo de agua.

Para satisfacer una altura dinámica total de 43.96m y un volumen almacenamiento de agua diario ( $V_{alm} = 12.06 \text{ m}^3$ ) se requiere un caudal en 6 horas de bombeo ( $2.01 \text{ m}^3/\text{hora}$ ). Se ha seleccionado la bomba centrífuga sumergible modelo SQF 3A-10. El suministro de energía para esta bomba puede ser dado por paneles.

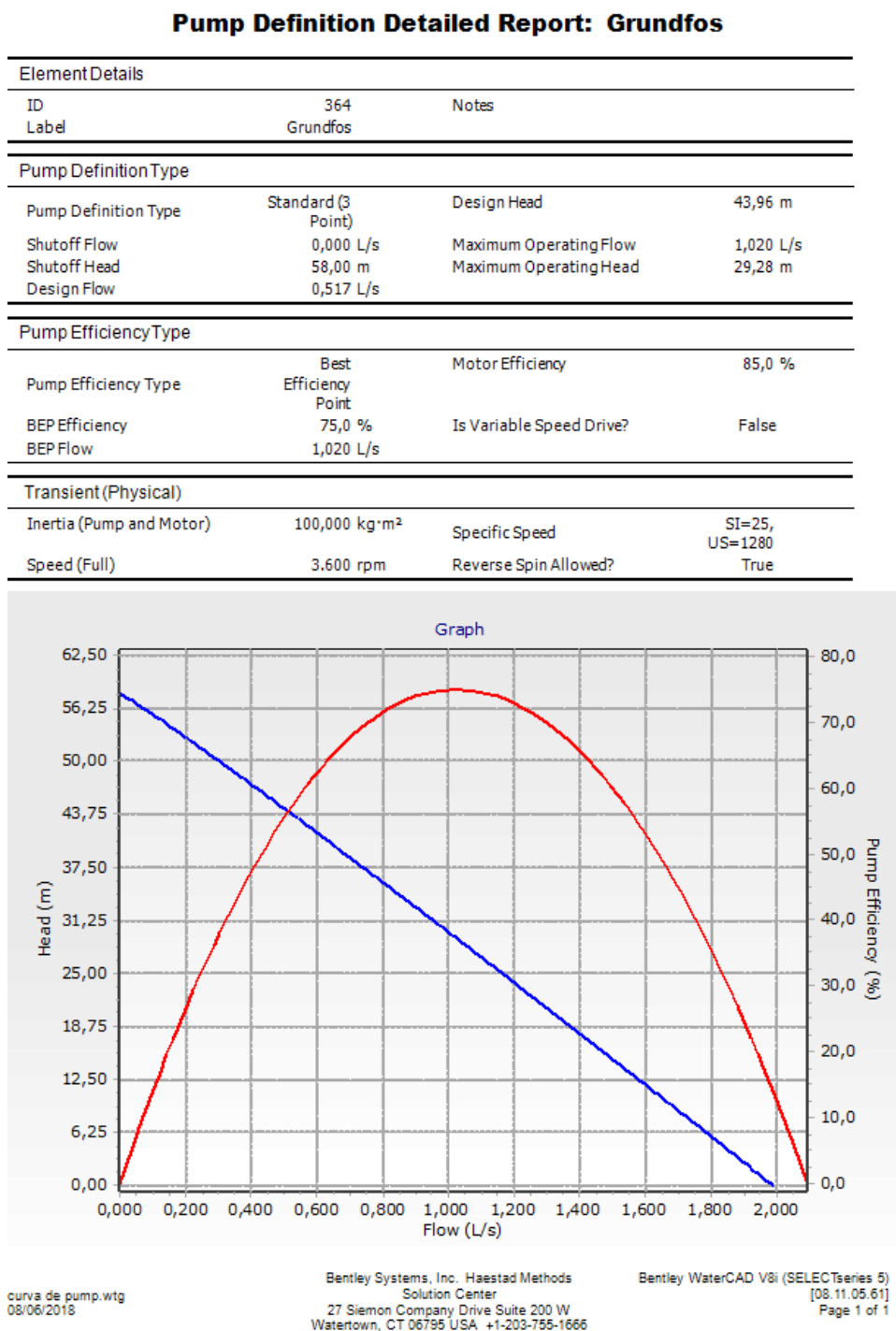
Figura 3.9 Curva característica del motor SQF 3A-10



Fuente: (GRUNDFOS, s.f.)

De la curva característica de la bomba solar Grundfos modelo SQF 3A-10, con un caudal de bombeo instantáneo máximo de 2.01 m<sup>3</sup>/h y una altura dinámica de 43.96 m, se puede deducir que se necesita una potencia aproximada de 586 W para accionar la bomba.

Figura 3.10 Reporte de simulación de la Bomba en WaterCAD



Elaboración: Propia.

**3.6.3 Selección de panel solar comercial.**

Datos:

$$Q_b = 2.01 \text{ m}^3/\text{hora}$$

De la Figura 17: Curva característica del motor SQF 3A-10, se obtiene

$$P_{bs} = 0.587 \text{ kW.}$$

Se recomienda que la potencia del generador debe ser mayor que la potencia de la bomba en un factor de *k* de 1.6 a 2.

$$P_{gf} = 1.75 * 587 = 1027 \text{ W}$$

La potencia de salida del generador fotovoltaico debe ajustarse a las ofertas comerciales disponibles. Para el presente proyecto se consideran los módulos fotovoltaicos de la firma ISOFOTON modelo IS – 150/12 de 150 Wp cada uno, cuyas características eléctricas (1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C célula, AM 1.5) se muestran en la Tabla.

**Tabla 3.13** Característica del panel solar

<b>Magnitud</b>	<b>Valor y/o unidad</b>
Potencia máxima (P <sub>MAX</sub> )	150 Wp +/- 5%
Corriente de máxima potencia	(I <sub>MAX</sub> ) 8.7 A
Tensión de máxima potencia	(V <sub>MAX</sub> ) 17.3 V
Corriente de corto circuito	(I <sub>SC</sub> ) 9.3 A
Tensión de circuito abierto	(V <sub>OC</sub> ) 21.6 V

**Fuente:** Catálogo de Fabricante paneles solares ISOFOTON

El número de módulos fotovoltaicos requeridos para satisfacer la demanda de potencia se calculará mediante la expresión siguiente:

$$N_m = \frac{1027}{150} = 6.84 \approx 7 \text{ paneles}$$

La potencia disponible del generador fotovoltaico se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$P_g = 150 * 7 = 1.050 \text{ kW.}$$

P<sub>g</sub> : Potencia de generador.

Para la bomba sumergible SQF 3A-10, su motor eléctrico puede operar a un voltaje comprendido entre 30 y 300 Vcc y con una corriente máxima de 8.4A. Entonces, tomando en cuenta las características eléctricas del módulo solar IS – 150/12, la corriente de máxima potencia es 8.7 A. Por lo tanto, los módulos fotovoltaicos sólo podrán conectarse en serie.

Verificación de voltaje y corriente nominal de operación.

$$V_{oper} = 17.3 * 7 = 121.1V$$

Por lo tanto, el voltaje de operación se encuentra dentro del rango de voltaje aceptado por el motor eléctrico de la bomba SQF 3A-10.

$$I_s = \frac{1050}{121.1} = 8.67 \text{ A}$$

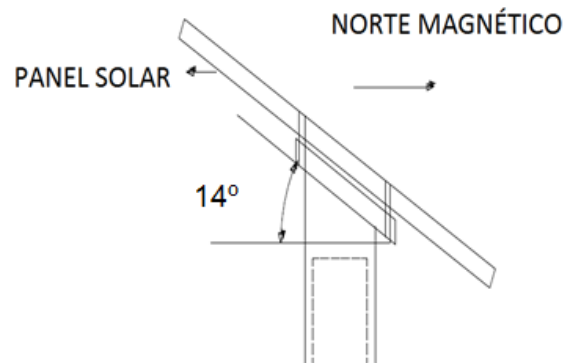
Para calcular el número de grupos en paralelo.

$$N^{\circ} \text{ Mod. Paralelo} = \frac{8.67}{8.7} = 0.997 \approx 1 \text{ grupo}$$

En conclusión, el generador fotovoltaico estará constituido por 7 módulos solares conectados eléctricamente en serie. El voltaje de operación ( $V_{oper}$ ) será de 121.1V y la corriente máxima potencia del sistema será de 8.67 A.

Se deberá montar 07 paneles solares en estructuras metálicas de fierro galvanizado ancladas al terreno en dados de concreto con un ángulo de inclinación de 14° viendo hacia el Norte.

Figura 3.11 Ángulo de inclinación del arreglo y su orientación



Elaboración: Propia.

### 3.7 Evaluación de los costos de reposición, operación y mantenimiento

#### 3.7.1 Costos por reposición.

Vida útil de los equipos a reponer ( $V_{ut}$ ):

- Panel solar :20 años
- Bomba sumergible y Accesorios :10 años
- Número de veces en que se requerirá el cambio de los siguientes equipos
- $(Nv) = \frac{V_{proy}}{V_{ut}} - 1$

Dónde:

$V_{proy}$  : Vida útil del proyecto 20 años

Vut : Vida útil de los equipos

- Paneles solares : 0 veces
- Bombas sumergibles : 1 vez

Costo unitario de los equipos a reponer (Cu):

- Bomba sumergible y accesorios : \$ 2125.00 ≈ S/. 6800.00
- 7 paneles solares : \$ 1859.38 ≈ S/. 5950.00

### 3.7.2 Costos por operación y mantenimiento

Para costos de operación y mantenimiento anuales se consideran los costos establecidos:

Tabla 3.14 Costos por operación y mantenimiento

Descripción	Costo US\$	Tipo de cambio	Costo S/.
Costos de operación con formación básica	234.375	3.2	750
Costo de mantenimiento preventivo de limpieza de captación, línea de impulsión y redes de distribución	112.5	3.2	360
<b>COSTO TOTAL S/.</b>			<b>1110</b>

Elaboración: Propia.

#### 3.7.2.1 Evaluación de costos

El Costo Total Anual del proyecto:  $CTT = CREP + CO\&M$

Donde:

- $CREP = 6800/20 \text{ años} = 340 \text{ soles}$  (costo de una bomba sumergible de repuesto)
- $CCO\&M = 1110 \text{ soles}$  (de la tabla 12)

TOTAL:  $CTT = 340 + 1110 = 1450 \text{ soles}$

$CTT = S/. 1450$

#### 3.7.2.2 Costo mensual y Tarifa mensual

El costo mensual del proyecto:  $Cm = \frac{CTT}{12} = \frac{1450}{12} = 120.83 \text{ soles}$

$CM = S/. 120.83$

Tarifa mensual de cada familia  $Cf = \frac{CM}{N} =$

Número de familias  $N = 70$

$Cf = \frac{120.83}{70} = 1.73 \text{ soles}$

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Resultados de parámetros en cada nudo en modelamiento hidráulico.

Cálculo Hidráulico se ha realizado con Software especializado WaterCAD.

**Tabla 4.1** Resultados de parámetros de demanda y presión en los nodos

ID	ETIQUETA	ELEVACIÓN	DEMANDA (L/s)	PRESIÓN (mH2O)
63	J-69	3.936,00	0,0009	3
64	J-70	3.936,00	0,0037	3
65	J-71	3.912,00	0,0111	25
66	J-72	3.912,00	0,0074	25
67	J-73	3.912,00	0,013	23
68	J-74	3.912,00	0,013	23
69	J-75	3.912,00	0,013	23
70	J-76	3.912,00	0,0074	23
71	J-77	3.912,50	0,0037	23
72	J-78	3.912,50	0,0093	23
73	J-79	3.913,00	0,0056	22
74	J-80	3.913,00	0,0056	22
75	J-81	3.912,00	0,0111	23
76	J-82	3.912,00	0,0074	23
77	J-83	3.912,00	0,0056	23
78	J-84	3.908,80	0,0056	26
79	J-85	3.914,00	0,0037	21
80	J-86	3.914,50	0,0056	21
81	J-87	3.908,00	0,0111	27
82	J-88	3.914,00	0,0056	21
83	J-89	3.914,50	0,0056	21
84	J-90	3.908,00	0,0037	27
85	J-91	3.914,00	0,0093	21

86	J-92	3.914,00	0,0056	21
87	J-93	3.905,00	0,0074	30
88	J-94	3.905,00	0,0037	30
89	J-95	3.905,00	0,0074	30
90	J-96	3.906,00	0,0056	29
66	J-72	3.912,00	0,0074	25
67	J-73	3.912,00	0,013	23
68	J-74	3.912,00	0,013	23
69	J-75	3.912,00	0,013	23
70	J-76	3.912,00	0,0074	23
71	J-77	3.912,50	0,0037	23
72	J-78	3.912,50	0,0093	23
73	J-79	3.913,00	0,0056	22
74	J-80	3.913,00	0,0056	22
75	J-81	3.912,00	0,0111	23
76	J-82	3.912,00	0,0074	23
77	J-83	3.912,00	0,0056	23
78	J-84	3.908,80	0,0056	26
79	J-85	3.914,00	0,0037	21
80	J-86	3.914,50	0,0056	21

Elaboración: Propia.

#### 4.1.1 Resultados de diseño de hidráulico en tuberías

Tabla 4.2 Resultados caudal y presión en las tuberías

Tramo	Longitud (m)	inicio del nudo	fin del nudo	diámetro (pulgada)	material	Hazen-Williams C	caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
P-3	10,24	J-1	J-2	2,0	PVC	150	0,4689	0,2314
P-4	56,50	J-2	J-50	0,5	PVC	150	0,0046	0,0365
P-5	4,37	J-50	J-69	0,5	PVC	150	0,0009	0,0073
P-6	15,30	J-50	J-70	0,5	PVC	150	0,0037	0,0292
P-7	402,58	J-2	J -3	1,5	PVC	150	0,4643	0,4072
P-8	21,38	J -3	J-51	0,5	PVC	150	0,0185	0,146
P-9	4,31	J-51	J-72	0,5	PVC	150	0,0074	0,0584
P-10	5,67	J-51	J-71	2,0	PVC	150	0,0111	0,0055
P-11	295,14	J -3	J-4	1,5	PVC	150	0,4458	0,391
P-12	194,24	J-4	J-5	2,0	PVC	150	0,4458	0,2199
P-13	41,14	J-5	J-52	0,8	PVC	150	0,039	0,1368
P-14	97,89	J-52	J-53	0,8	PVC	150	0,026	0,0912
P-15	17,25	J-53	J-74	0,5	PVC	150	0,013	0,1026
P-16	18,50	J-53	J-75	0,5	PVC	150	0,013	0,1026
P-17	122,07	J-5	J-6	2,0	PVC	150	0,4068	0,2007
P-18	44,69	J-6	J-54	0,8	PVC	150	0,0204	0,0716



P-19	5,66	J-54	J-76	2,0	PVC	150	0,0074	0,0037
P-20	60,55	J-54	J-55	0,5	PVC	150	0,013	0,1026
P-21	3,37	J-55	J-78	0,5	PVC	150	0,0093	0,0734
P-22	2,02	J-55	J-77	0,5	PVC	150	0,0037	0,0292
P-23	28,56	J-6	J-7	2,0	PVC	150	0,3864	0,1906
P-24	27,90	J-7	J-56	0,5	PVC	150	0,0185	0,146
P-25	4,53	J-56	J-81	0,5	PVC	150	0,0111	0,0876
P-26	5,26	J-56	J-82	0,5	PVC	150	0,0074	0,0584
P-27	43,11	J-7	J-8	2,0	PVC	150	0,3679	0,1815
P-28	15,00	J-8	J-57	0,5	PVC	150	0,0224	0,1768
P-29	3,60	J-57	J-139	0,5	PVC	150	0,0056	0,0442
P-30	4,34	J-57	J-62	0,5	PVC	150	0,0168	0,1326
P-31	4,47	J-62	J-83	0,5	PVC	150	0,0056	0,0442
P-32	89,01	J-62	J-58	0,5	PVC	150	0,0112	0,0884
P-34	7,14	J-58	J-79	0,5	PVC	150	0,0056	0,0442
P-35	77,87	J-8	J-9	2,0	PVC	150	0,3455	0,1705
P-36	15,65	J-9	J-59	0,5	PVC	150	0,0317	0,1112
P-37	14,96	J-59	J-84	0,5	PVC	150	0,0056	0,0442
P-38	89,10	J-59	J-60	0,5	PVC	150	0,0261	0,0916
P-40	6,30	J-60	J-86	0,5	PVC	150	0,0056	0,0442

Elaboración: Propia.

#### 4.1.2 Resultados de cálculos del reservorio.

Tabla 4.3 Resultados del Reservorio

Parámetros de diseño	Símbolo	Cantidad	Unidad
Volumen de regulación	Vreg	9.05	m <sup>3</sup>
Volumen de reserva (25%)	Vres	3.02	m <sup>3</sup>
Volumen reserva para días nublados	Vres.d.n	9.05	m <sup>3</sup>
Capacidad Máxima del reservorio	Valm.tot.	21.12	m <sup>3</sup>
Altura del agua	h	2.30	m
Largo	L	3.01	m
Ancho	A	3.01	m
Borde Libre	Bl	0.3	m
Altura Total	Ht	2.60	m
Volumen asumido	Vu	23.11	m <sup>3</sup>

Elaboración: Propia.

#### 4.1.3 Resultado de líneas de impulsión.

Tabla 4.4 Resultados de la Línea de impulsión

Parámetros de diseño	Símbolo	Cantidad	Unidad
promedio horas de bombeo	$H_b$	6	H
Caudal de bombeo	$Q_b$	1.02	l/s
Selección de diámetro tubería	$D_i$	1.5	pulgada
Velocidad de flujo	$v$	0.946	m/s
Presión máxima	$P_{max}$	32.98	mH2O
Pérdida de carga por fricción de tubería	$H_f$	3.6	m
Pérdida de carga local de accesorios	$H_l$	2.0	m
Altura estática (desnivel)	$H$	27.2	m
Altura manométrica	$H_m$	43.92	m

Elaboración: Propia.

#### 4.1.4 Resultados de captación.

Tabla 4.5 Resultados de captación a través de pozo circular

Parámetros de diseño	Símbolo	Cant.	Und.
Diámetro interno del pozo 1	$D_i$	1.50	m
Diámetro interno del pozo 2	$D_i$	1.50	m
Profundidad total del pozo con agua		3.6	m
Capacidad de cada pozo		6.36	$m^3$
Los dos pozos almacenan hasta		12.72	$m^3$

Elaboración: Propia.

#### 4.1.5 Resultados de diseño fotovoltaico y motor bomba.

**Tabla 4.6** Especificaciones técnicas del motor bomba y panel solar

Parámetros de diseño	Símbolo	Cantidad	Unidad
Horas de bombeo	Hb	6	H
Caudal de bombeo	Qb	1.02	l/s
Potencia de la bomba		1.4	Kw-h
Numero de paneles	Nt	7	paneles
Tensión Máxima del panel	Vmp	17.3	V
Potencia del panel	Pp	150	W
Corriente Máxima de potencia		8.7	A
Corriente de corto circuito		9.3	A
Tensión de circuito abierto		21.6	V

Elaboración: Propia.

#### 4.1.6 Resultados de costos y operación.

Los resultados de presupuesto general se muestran en Anexo 5, La implementación de infraestructura en total es la suma de S/. 82109.38.

**Tabla 4.7** Resultados de los costos por reposición, operación y mantenimiento

Descripción	Costos por reposición	Costos por operación	Costo por mantenimiento
Costo anual	S/. 125.00	S/. 750.00	S/. 360.00
Costo mensual	S/. 10.42	S/. 62.50	S/. 30.00
Costo total anual		S/. 1350.00	
Costo total mensual		S/. 112.5	
Tarifa mensual a abonar c/familia		S/. 1.73	

Elaboración: Propia.

## 4.2 Discusiones y Análisis de resultados

Para la obtención del servicio de agua potable sostenible no existe una sola tecnología ni una única solución. La tecnología empleada debe ser concordante con el entorno físico, social, económico y ambiental de las poblaciones, tratando de conseguir tecnologías con menores inversiones, pero incrementando la cobertura y mejora en la calidad de los servicios.

Para el planeamiento de la alternativa de solución para los sistemas de agua potable, se ha tenido en consideración las siguientes premisas:

- Los estudios socioeconómicos de la zona en estudio.
- Se tomó en cuenta las normas de Guía de opciones tecnológico para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural que actualmente que está en vigencia.

#### **4.2.1 Discusiones de captación.**

La toma de captación a través de pozo se dio puesto que no existe otra fuente que pueda abastecer a los tres sectores y la Institución educativa de la comunidad Cachuyo Sollocotaña. En motivo principal que se ha preferido escoger la ubicación del pozo cuyas coordenadas (UTM 84-19 E: 344482 Y N: 8378325, con una altura de 3913 m.s.n.m.) es debido:

- La adecuada ubicación del reservorio para abastecer de agua a la población que se encuentra en las partes altas principalmente la Institución Educativa Primaria. N° 70811 y Sector Cachuyo.
  - La distancia menos corta entre el reservorio y red principal de tubería.
- Ubicación de los equipos de bombeo en la parte céntrica de la población esto facilitaría la guardianía y mantenimiento en su etapa de operación.

#### **4.2.2 Discusiones de línea de Impulsión.**

La selección de la tecnología para este componente se basó en el bajo costo de inversión, operación y mantenimiento. La selección de la localización de la Línea de Conducción se basó en el recorrido mínimo de la Captación al reservorio, y de fácil acceso para instalación de accesorios y el mantenimiento. Respecto a la vulnerabilidad, la ubicación de la línea de conducción no presenta peligros por desastres naturales porque el terreno es bastante duro de material arcilla.

#### **4.2.3 Discusiones de Reservorio**

La selección de la localización del reservorio en coordenadas (UTM 84-19 E: 344745 Y N: 8378312, con una altura de 3939 m.s.n.m. se basó en:

- Teniendo en cuenta que las redes de distribución y domiciliaria ya se encuentran instaladas.
- Es necesario ubicar el reservorio cotas por encima de la población y así garantizar la presión en la red de distribución.

➤ Lo más cerca posible entre el reservorio y empalme con Red de distribución en este caso es de 115.58 m.

La capacidad total de almacenamiento de agua en el reservorio es 21.11 m<sup>3</sup>.

#### **4.2.4 Discusiones de Redes de Distribución.**

El sistema de redes de distribución ya se encuentra instalado, faltando la instalación de línea de empalme entre el reservorio y la red de distribución con una distancia de 115.58 m, con tubería de diámetro interno de 2 pulgadas, velocidad 0.3 m/s con un caudal 0.57 litros por segundo.

En la red de distribución, la presión mínima es 3 mca y máxima de 32 mca. Y esto está dentro del rango de las normas que establecen el sistema agua potable.

En el empalme tramos de punto de derivación de Cachuyo hasta empalme con línea de reservorio se sugiere que se debe cambia la tubería a 2 pulgadas de diámetro, necesariamente para no perder la presión en resto de tuberías, que en actualidad este tramo está instalado con tuberías de 1 pulgada.

#### **4.2.5 Discusiones de la selección de equipos de bombeo.**

Se ha elegido la marca de bombas solares Grundfos, porque poseen una tecnología confiable y consolidada en el tiempo, es la más utilizada en el sistema de bombeo de agua.

Los paneles solares se conectarán en serie esto requiere una corriente superior de corriente máxima del motor bomba.

Para la bomba sumergible SQF 3A-10, su motor eléctrico puede operar a un voltaje comprendido entre 30 y 300 Vcc y con una corriente máxima de 8.4A. Entonces, tomando en cuenta las características eléctricas del módulo solar IS – 150/12, la corriente de máxima potencia es 8.7 A. Por lo tanto, los módulos fotovoltaicos sólo podrán conectarse en serie.

### **4.3 Evaluación de los costos por reposición, operación y mantenimiento.**

En la etapa de operación, para cubrir los costos de mantenimiento como son limpieza, repintado, servicio técnico y reposición de equipos averiados se costea la suma S/. 1.73 nuevos soles, por cada familia mensualmente.

La tarifa mensual es un monto muy asequible a la población, ya que según el Tabla 8 encuesta socioeconómica realizada, que más de 90% de los encuestados está en condiciones de abordar dicho monto.

#### 4.4 Contrastación de la hipótesis

Básicamente, el proceso de la prueba de la hipótesis *nos conduce a tomar la decisión de rechazar o no rechazar la afirmación o conjetura acerca del valor numérico del parámetro de la población en estudio. Tal suposición tiene el nombre genérico de hipótesis estadístico y puede ser verdadero no.* La inferencia incluye una medida del error que se comentaría al rechazar la hipótesis principal cuando realmente es cierta. Esta medida de error es denominada *el nivel de significación.* (Córdova Zamora, 2009, pág. 417)

A partir de la tabla 8. Obtenemos datos para contrastar hipótesis.

Intervalos en S/:	marcas xi	fercuenci a Absoluta fi	frecuenci a agrupado fi*xi	media aritmetica $\mu=(fi*xi)/n$	calculo varianza $(fi*xi^2)/n$	varianza $\sigma =\text{raiz}(fi*xi^2)/n -\mu$	Error Típico $ET=\sigma/\text{raiz } n$
[0,00 ; 0,10[	0,05	3	0,15	0,00	0,0001		
[0,10 ; 1,00[	0,55	7	3,85	0,06	0,0303		
[1,10 ; 2,00[	1,55	37	57,35	0,82	1,2699		
[2,10 ; 3,00[	2,55	17	43,35	0,62	1,5792		
[3,10 ; 4,00[	3,55	6	21,3	0,30	1,0802		
	total	<b>70,00</b>	<b>126,00</b>	<b>1,80</b>	<b>3,96</b>	0,85	0,10

Elaboración: Propia.

Donde:

fi = frecuencia absoluta de la población

xi = promedio de un intervalo

n = número de población

$\mu$  = media aritmética de la población

La varianza ( $\sigma^2$ ) es una medida que, un promedio, cuantifica el nivel de dispersión o la variabilidad de los valores de una variable cuantitativa con respecto a media aritmética.

Si la varianza.

$$\sigma^2 = \frac{\sum fi * xi^2}{n} - \mu^2$$

Reemplazando valores:

$$\sigma^2 = 3.96 - 1.8 * 1.8 = 0.72$$

La desviación estándar ( $\sigma$ ) es la raíz cuadrada positiva de la varianza datos agrupados

$$\sigma = 0.85.$$

Error Típico (ET) es el estándar de la media muestral.

$$ET = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Reemplazando valores se obtiene:

$$ET = \frac{0.85}{\sqrt{70}} = 0.101$$

Cuando se necesita comparar valores observados que pertenecen a diferentes distribuciones de datos, las que defieren en su media aritmética o en su varianza..., entonces se estandarizan los valores observados de la variable aplicando “estandarizadora” o variable *estándar Z*.

Si la población X es normal  $N(\mu, \sigma^2)$ , entonces por la propiedad reproductiva de la Normal (PRN) la probabilidad de la media muestra  $\bar{X}$ , es normal  $N(\mu, \sigma^2/n)$  para cualquier tamaño, de la muestra ( $n \geq 2$ ). (Córdova Zamora, 2009, págs. 64, 70, 378)

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{ET}$$

El nivel de significación ( $\alpha$ ) para agua potable es aceptable de 5%, entonces  $\alpha=0.05$  se calcula la Región Crítica (RC)

$$z_{1-\alpha/2} = z_{1-0.05/2} = z_{0.975}, Z = 1.96$$

En la Tabla de la distribución Normal Estándar obtenemos el valor de  $Z = 1.96$ , para  $\alpha=0.05$ .

Luego, la región crítica de la prueba en la variable Z está dada por:

$$RC = \{Z < -1.96 \text{ o } Z > 1.96\}$$

Decisión de valor Z en función de dato calculado en el proyecto de la tarifa mensual a abordar por cada familia calculado es S/. 1.73 soles, en este caso  $\bar{x} = 1.73$ .

$$Z_{cal} = \frac{\bar{X} - \mu}{ET} = \frac{1.73 - 1.80}{0.101} = -0.69$$

Dado que  $Z_{cal} = -0.69$  no pertenece a RC, entonces pertenece a Región Aceptar (RA) con un riesgo de 5% de que los usuarios si están dispuestos pagar S/. 1.73.

Toma de decisión en la variable  $\bar{X}$

En el rango de valores de  $\bar{X}$  la región crítica de la prueba es:

$$RC = \{\bar{X} < \mu - z_{1-\alpha/2} * ET \text{ o } \bar{X} > \mu + z_{1-\alpha/2} * ET\}$$

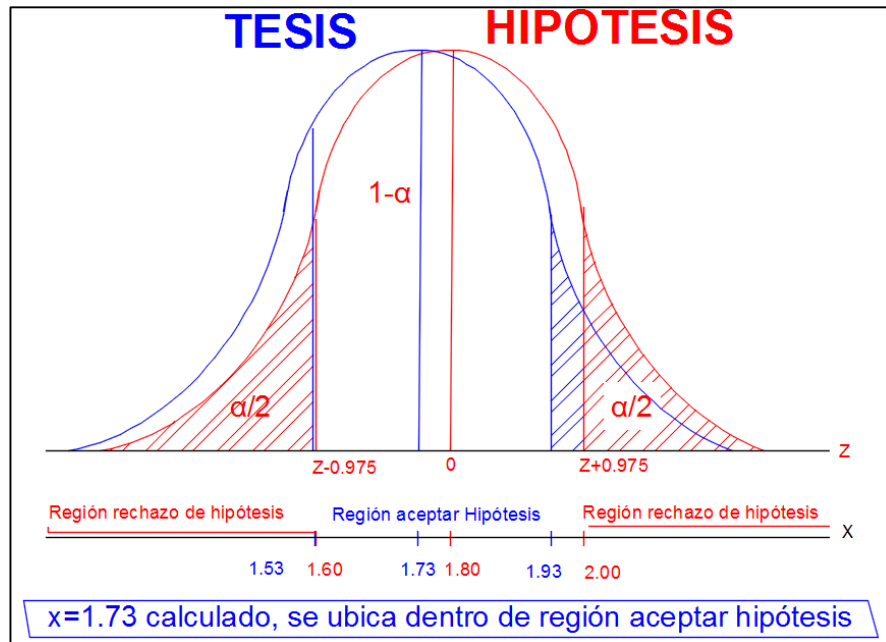
Reemplazando valores se obtiene:

$$RC = \{ \bar{X} < 1.80 - 0.101 * 1.96 \text{ o } \bar{X} > 1.80 + 0.101 * 1.96 \}$$

$$RC = \{ \bar{X} < 1.60 \text{ o } \bar{X} > 2.00 \}$$

El hecho de que  $\bar{x}=1.73$  pertenece a región aceptar entonces la hipótesis es verdadera.

Figura 4.1 Contrastación HIPÓTESIS y datos calculados (TESIS)



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 20 se muestra la curva de color rojo son datos obtenida de la encuesta con media aritmética agrupada  $\bar{X}=1.80$  S/. según la tabla. Monto Disponible a pagar por el servicio de agua mensualmente. Y la curva azul son datos obtenidos a través de cálculos  $\bar{X}_{cal} = 1.73$  S/. Según la tabla 22. Resultados de los costos por reposición, operación y mantenimiento.

La premisa de que el proyecto diseñado debería ser sumamente económico en su etapa operación para los usuarios puedan solventar los gastos. Esto se logra al no incluir baterías como unidad de almacenamiento de energía, involucrando así los bajos costos de reposición, operación y mantenimiento durante la vida útil del sistema agua potable.

Al demostrar la hipótesis en esta investigación se han cumplido con el objetivo de diseñar un sistema de agua potable por bombeo, utilizando la energía del solar como fuente de energía, con el empalme a la red existente y costo mínimo de operación y mantenimiento.



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

**PRIMERO.** - Utilizando Sistema de bombeo de agua para consumo humano en la Comunidad Cachuyo Sollocotaña del distrito de Orurillo, Provincia de Melgar, Región Puno, contribuye a mejorar su salud, bienestar y calidad de vida.

**SEGUNDO.** - El diseño de sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica permite a la comunidad Cachuyo Sollocotaña salvar el desnivel que existe entre la fuente de agua y la localidad, utilizando básicamente una bomba solar sumergible Grundfos modelo SQF 3A-10 con sus respectivos equipos y accesorios, altura dinámica de bombeo 43.96m, 07 módulos de paneles solares de la firma ISOFOTON modelo IS – 150/12 de 150 Wp cada uno 1.84 amperios conectados en serie.

**TERCERO.** – La tarifa mensual que abordan cada familia es de S/. 1.73 cubren los gastos en reposición de los equipos de bombeo a ser cambiados una vez que cumplan con su ciclo de vida, también se cubre los gastos de mantenimiento y operación de los componentes del sistema de agua potable. Esto sin utilizar batería como unidad de potencia o almacenamiento. Construyendo un reservorio de capacidad de almacenamiento de agua 21.11 m<sup>3</sup> esto incluye reserva de agua para 2 días nublados

**CUARTO.** -. La posibilidad de interconectar a la red distribución y domiciliar existente en la comunidad, de esta forma aprovechar la infraestructura existe. Para tal efecto se instala el reservorio de agua en el lugar denominado *Altarpata* con coordenada (ESTE: 344742 NORTE: 8378306 ALTITUD: 3938.2).

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

**PRIMERO.** - Se recomienda sensibilizar y capacitar a la población respecto de la operación y mantenimiento de los componentes de los equipos de bombeo, para que cumplan la duración estimada de la vida útil de los equipos.

**SEGUNDO.** - Se recomienda a los usuarios que los días nublados ahorrar agua para evitar baja presión en las tuberías de distribución. También se sugiere que se debe cambiar las tuberías del tramo empalme del reservorio hasta la derivación C (Cachuyo) con tubos de diámetro de 2 pulgadas para no perder la presión en el resto del entubado.

**TERCERO.** - Se recomienda que las autoridades locales del distrito de Orurillo, gestionen el proyecto de sistema de agua potable por bombeo para la comunidad de Cachuyo Sollocotaña, tomando esta tesis como referencia para la viabilidad del proyecto y a otros investigadores se invita a estudiar el uso de fuentes alternativas de energía renovables para el bombeo de agua, como son las de energías del viento en combinación con la energía solar fotovoltaica

**CUARTO.** - Se recomienda que la estación de bombeo debe ser cercado para que los equipos no se han dañado por los animales o personas, debe contar con sistema de pararrayos porque en los últimos años han muerto ganado vacuno en el lugar.

## REFERENCIAS

- Agüero, R. (2006). *Agua Potable para poblaciones rurales, sistema de abastecimiento por*. Lima, Perú: SER.
- Arija G, D. (2010). *Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas*. Universidad Carlos III. Madrid, España. Recuperado el 16 de diciembre de 2016, de <https://.google.com.pe/search?q=arija%2Bpdf%2Bsistema+de+bombeo&oq=arija%>
- CENIDET. (2009). *Estudio de sistemas de bombeo fotovoltaico*. (J. Cervantes, Editor) Recuperado el 16 de Noviembre de 2016, de [www.cenidet.edu.mx/subaca/webelec/tesis\\_mc/233MC\\_jch.pdf](http://www.cenidet.edu.mx/subaca/webelec/tesis_mc/233MC_jch.pdf)
- Córdova Zamora, M. (2009). *Estadística Descriptiva e Inferencial* (QUINTA ed.). Lima-Perú: MOSHERA S.R.L.
- Cruz, D. (2011). *Estudio del Ahorro mediante bombeo solar*. (R. Zilles, Productor) Recuperado el 16 de noviembre de 2016, de [http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1807/0126\\_Cruz.pdf?sequence=1](http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1807/0126_Cruz.pdf?sequence=1)
- GRUNDFOS. (s.f.). *CATÁLOGO GRUNDFOS SQFlex*. (B. G. España, Productor) Recuperado el 12 de 11 de 2016, de [www.grundfos.es](http://www.grundfos.es)
- Guevara, A. (2016). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región San Martín*. Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú. Recuperado el 16 de noviembre de 2016, de <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/780>
- Hernández Sampieri Roberto, F. C. (2006). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw-Hill. México. Mexico: McGraw-Hill.
- Instituto Aragonés del agua. (2015). *Guía técnica para la utilización de la energía solar fotovoltaica en instalaciones de abastecimiento de agua potable*. Recuperado el 15 de febrero de 2017, de <https://www.aragon.es>
- Lorentz, B. (2010). Recuperado el 12 de 11 de 2016, de [www.lorentz.de](http://www.lorentz.de)
- Lossio, M. M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Recuperado el 16 de noviembre de 2016, de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2053/ICI\\_192.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2053/ICI_192.pdf?sequence=1)

- R. M. N° 173-2016 vivienda. (2016). *Norma: Guía de opciones tecnológico para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural*. Lima, Perú. Recuperado el 16 de 11 de 2016, de [www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe)
- SALUD. (2010). *Reglamento de calidad de agua para consumo humano*. Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Lima. Recuperado el 16 de 11 de 2016, de [www.minsa.gob.pe/bvsminsa.asp](http://www.minsa.gob.pe/bvsminsa.asp)
- SALUD, O. P. (2005). *Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua* Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, Perú: (CEPIS/OPS).

ANEXOS.

ANEXO 1: Encuesta Socio Económica

Nº	Nombres y Apellido.	Nº habitantes	ocupación laboral	Ingresos familiares(S/.)					Egresos familiares en soles (S/.)								
				1001 a 2000	801 a 1000	601 a 800	401 a 600	201 a 400	100 a 200	alimentos	transporte	salud	Educación	Combustible	vestimenta	electricidad	otros
1	Justa Condori	2	su hogar					1	120	1	5	0	0	4	0	10	0,10
2	Teofila Cayllahua H.	5	agricultor ganadero			1			300	40	10	100	70	60	10	30	1,50
3	Octaviana Yana H.	1	ganadería					1	100	1	1	0	0	8	6	5	0,10
4	Narciso Villanueva R.	2	agricultor ganadero		1				250	30	12	0	90	40	18	20	3,50
5	Candelaria Rivera	2	su hogar					1	80	2	14	0	0	5	6	5	0,10
6	Silverio Ramirez L.	6	agricultor ganadero				1		300	30	12	20	52	40	10	60	1,50
7	Jose Arenas V.	4	albañil				1		250	50	3	100	50	35	6	60	1,50
8	Emilia Flores C.	4	agricultor ganadero			1			250	80	3	200	45	45	6	39	1,50
9	Mario Rivera G.	2	agricultor ganadero				1		120	40	2	0	30	30	7	30	1,50
10	Cristina Hancoo Ch.	5	agricultor ganadero				1		360	50	10	100	45	70	15	50	1,50
11	Danny Cruz H.	2	agricultor ganadero					1	150	30	3	45	35	30	6	30	1,50
12	Jacinto Hancoo	3	agricultor ganadero				1		180	20	5	0	0	35	8	30	0,50
13	Juan Eguiluz Y.	3	agricultor ganadero				1		150	30	5	50	25	35	6	40	2,50
14	Bebiana Ramirez L.	4	agricultor ganadero			1			250	40	6	10	30	35	10	30	2,50
15	Adolfo Mamani R.	4	lácteos			1			250	70	13	40	150	45	12	40	2,50
16	Benita Valeriano H.	4	agricultor ganadero			1			360	80	13	100	60	60	13	40	1,50
17	Sabino Rivera L.	3	agricultor ganadero			1			180	30	5	0	29	25	9	20	1,50
18	Ponciano Hancoo H.	4	lácteos			1			300	45	9	60	100	70	10	30	3,50
19	Benita Rivera G.	2	agricultor ganadero				1		200	40	3	40	20	40	0	30	2,50
20	Alfonso Hancoo H.	5	agricultor ganadero			1			350	30	8	120	55	60	8	40	1,50
21	Flora Hancoo H.	2	agricultor ganadero				1		400	40	15	120	45	70	0	40	1,50
22	Raul Campana H.	3	agricultor ganadero			1			250	50	4	200	45	35	10	30	1,50
23	Abdiola Campana R.	2	agricultor ganadero					1	150	60	6	50	10	30	0	20	1,50

24	Antonio Hanco H.	2	agricultor ganadero				1			200	70	80	15	40	25	9	15	1,50
25	Eduardo Hanco H.	2	agricultor ganadero				1			150	20	15	0	0	15	9	10	0,50
26	Dario Ramirez V.	4	agricultor ganadero			1				300	80	10	120	60	45	13	25	2,50
27	Irma Hanco R.	3	agricultor ganadero				1			150	60	6	30	30	35	6	20	2,50
28	Telmo Villanueva P.	3	agricultor ganadero				1			250	80	9	0	100	45	0	30	3,50
29	Saturnino Gutierrez H.	4	agricultor ganadero				1			350	80	5	80	30	35	10	25	1,50
30	Nestor Arenas R.	2	estudiante					1		150	60	10	200	30	30	0	25	2,50
31	Ninfa Gutierrez V.	5	Lácteos			1				350	60	15	120	200	65	12	36	3,50
32	Carmen Ramos G.	3	agricultor ganadero				1			250	40	2	150	30	40	2	10	1,00
33	German Villanueva A.	3	municipal			1				250	45	6	15	50	36	6	50	2,50
34	Benita Miranda V.	3	agricultor ganadero				1			200	20	3	30	0	20	2	20	1,50
35	Jesus Hanco H.	5	agricultor ganadero				1			200	20	4	0	19	15	4	20	1,50
36	Irene Llamocca H.	1	agricultor ganadero				1			200	40	5	60	0	30	0	30	0,50
37	Bautista Eguiluz Y.	3	agricultor ganadero				1			200	45	5	50	30	30	6	20	2,50
38	Miriam Eguiluz V.	3	Educación				1			200	45	6	30	45	35	0	30	1,50
39	Obdalia Hanco G.	2	Administradora				1			150	30	4	100	50	65	1	30	0,50
40	Benito Hanco H.	3	agricultor ganadero				1			220	30	9	36	25	25	1	20	1,00
41	Nolberto Hanco H.	3	lácteos			1				500	80	10	1000	180	80	2	60	1,50
42	Samuel Hanco H.	3	servicios Téc.			1				250	140	5	60	60	45	13	80	2,50
43	Alicia Gutierrez V.	6	lácteos			1				450	120	10	150	200	90	18	80	3,50
44	Fausto Huahasoncco M.	4	Chofer				1			230	90	10	100	25	60	0	20	1,50
45	Libia Villanueva H.	2	agricultor ganadero				1			150	40	3	0	20	30	10	20	1,50
46	Eusebio huahasoncco M.	4	agricultor ganadero				1			200	30	4	60	35	35	0	15	1,50
47	Florentino Gutierrez S.	3	agricultor ganadero				1			200	25	6	0	25	15	9	20	1,50
48	Pedro Gutierrez M.	4	enfermero T.ec.			1				300	80	12	80	65	60	0	30	1,50
49	Sabino Roca A.	4	agricultor ganadero				1			400	200	80	300	70	70	8	30	2,50
50	Gregorio Hanco H.	5	agricultor ganadero			1				460	150	30	600	80	60	12	20	2,50
51	Rosa Mamani M.	3	Promotor Educador				1			250	50	15	0	35	36	4	20	1,50

52	Felix Mamani M.	5	agricultor ganadero			1			150	30	5	45	25	40	3	15	1,50		
53	Paulina Aguilar Vda. A.	2	agricultor ganadero					1	100	10	10	0	0	10	0	20	1,50		
54	Martin Rivera G.	2	agricultor ganadero					1	100	10	9	0	0	7	3	10	1,50		
55	German Rivera G.	4	Lacteos			1			350	60	6	60	150	70	0	25	2,50		
56	Noemi Hancoo Rivera	4	agricultor ganadero					1	250	50	8	50	35	35	6	25	2,50		
57	Pedro Hancoo H.	2	agricultor ganadero					1	230	25	10	0	0	25	5	20	1,50		
58	Agustina Rivera de C.	2	agricultor ganadero					1	200	10	5	0	0	18	5	20	0,50		
59	Tomasa Condori R.	4	agricultor ganadero					1	200	30	4	45	25	40	0	25	1,50		
60	Bonifacio Condori R.	2	agricultor ganadero					1	250	30	6	50	0	35	0	20	1,50		
61	Hipolito Rivera G.	3	agricultor ganadero			1			260	40	8	0	30	35	13	30	3,50		
62	Fausto Ramos	2	agricultor ganadero					1	150	25	4	0	10	20	0	10	1,10		
63	Eucadia Leon	2	agricultor ganadero					1	150	20	9	70	30	30	6	20	1,10		
64	Walter Quispe T.	5	Docente	1					420	100	10	400	80	90	12	100	2,50		
65	Bartolomé Pilco S.	4	Docente	1					350	130	9	500	80	90	12	100	2,50		
66	Andrea Lope B.	1	agricultor ganadero			1			150	25	6	0	19	20	11	80	1,10		
67	Anaclea Mamani L.	5	agricultor ganadero		1				400	65	10	230	60	80	11	70	2,50		
68	Franco Mamani L.	4	albañil			1			350	70	10	200	45	45	10	35	1,50		
69	Felix Mamani M.	2	agricultor ganadero					1	180	30	6	60	35	30	0	25	1,10		
70	Martin Rivera G.	2	agricultor ganadero					1	100	15	3	0	0	7	0	10	1,10		
	<b>TOTAL</b>	<b>223</b>		<b>2</b>	<b>10</b>	<b>21</b>		<b>23</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>16800</b>	<b>3494</b>	<b>684</b>	<b>6451</b>	<b>3144</b>	<b>2806</b>	<b>430</b>	<b>2200</b>	<b>121,80</b>
									<b>Promedio</b>		<b>240</b>	<b>50</b>	<b>9,8</b>	<b>92,2</b>	<b>44,9</b>	<b>40,1</b>	<b>6,1</b>	<b>31</b>	<b>1,74</b>

**ANEXO 2: Normas de agua Potable vigente en Perú**





# Resolución Ministerial

N° 173 -2016-VIVIENDA

Lima, 19 JUL. 2016

**VISTOS:**

El Memorándum N° 395-2016/VIVIENDA/VMCS/PNSR/DE de la Dirección Ejecutiva del Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR, el Memorándum N° 369-2016-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS e Informe N° 183-2016-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DS de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento y de la Dirección de Saneamiento, respectivamente, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;



**CONSIDERANDO:**



Que, la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, modificada por el Decreto Legislativo N° 1240, en adelante la Ley General, en el artículo 3 declara de necesidad pública y de preferente interés nacional la gestión y la prestación de los servicios de saneamiento, con el propósito de promover el acceso universal de la población, a los servicios de saneamiento sostenibles y de calidad, proteger su salud y el ambiente;

Que, la Ley General en el artículo 2 señala, que la prestación de los servicios de saneamiento comprende la prestación regular de servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y disposición sanitaria de excretas, tanto en el ámbito urbano como en el rural;



Que, la citada Ley General en el artículo 6-A, prevé que corresponde a las Municipalidades Distritales y de modo supletorio, a las Municipalidades Provinciales, administrar los servicios de saneamiento en el ámbito rural a través de organizaciones comunales u otras modalidades de gestión alternativas que establezca el ente rector, en aquellos centros poblados rurales que se encuentran fuera del ámbito de responsabilidad de una entidad prestadora, y sólo en los casos y condiciones previstas en la Ley General, su Reglamento y normas complementarias;



Que, el inciso b) del artículo 164 del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-VIVIENDA, considera como centro poblado rural, a aquel que no sobrepase de dos mil (2,000) habitantes;



**CAPITULO III PARAMETROS DE DISEÑO**

**1. ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PROYECTO**

De acuerdo al ítem 3.2.1 Ubicación de la zona del proyecto del Capítulo II Requisitos para la elaboración de proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento, se considerarán las tres regiones naturales del Perú:

- o Costa.
- o Sierra.
- o Selva.

La ubicación geográfica condicionará principalmente la dotación de abastecimiento de agua para consumo humano y el tipo de fuente predominante.

Se utilizará un código de colores en los árboles de decisión para designar las opciones preferentes en función del ámbito geográfico.

**2. PERÍODOS DE DISEÑO**

**2.1 Determinación**

El período de diseño se determinará considerando los siguientes factores:

- o Vida útil de las estructuras y equipos.
- o Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- o Crecimiento poblacional.
- o Capacidad económica para la ejecución de obras
- o Situación geográfica, en especial, zonas inundables.

Debiendo compatibilizar éste con las directivas existentes para los proyectos de inversión pública.

Como año cero del proyecto se considerará la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto.

**2.2 Máximos recomendables**

Los períodos de diseño máximos para los sistemas de agua y saneamiento serán los siguientes:

- o Fuente de abastecimiento 20 años.
- o Obra de captación 20 años.
- o Pozos 20 años.
- o Planta de tratamiento de agua para consumo humano 20 años.
- o Reservorio 20 años.
- o Tuberías de conducción, impulsión y distribución 20 años.
- o Estación de bombeo 20 años.



- Equipos de bombeo 10 años.
- Unidad Básica de Saneamiento (UBS-AH, -C, -CC) 10 años.
- Unidad Básica de Saneamiento (UBS-HSV) 5 años

**3. POBLACIÓN DE DISEÑO**

Para el cálculo de la población de diseño, se aplicará métodos matemáticos o métodos racionales.

Como modelo simplificado, se aplicará el método aritmético, expresado mediante la siguiente formulación:

$$P_d = P_i * (1 + \frac{r * t}{100})$$

Donde:

- Pi [habitantes] Población inicial.
- Pd [habitantes] Población de diseño.
- r [%] Índice crecimiento poblacional anual.
- T [años] Periodo de diseño.

Con respecto al índice de crecimiento poblacional (r):

- Se adoptará el específico de la población.
- En caso de no existir éste, se adoptará el relativo a otra población cercana y similar, o bien, la tasa de crecimiento distrital rural.
- En cualquier caso, si el valor es negativo se adoptará una población futura similar a la actual (r = 0).

El proyectista podrá adoptar, justificadamente, el método que considere más adecuado para determinar la población de diseño, tomando en cuenta igualmente datos censales del INEI u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional.

En cualquier caso es necesario contar con un padrón de usuarios actualizado a la fecha de formulación del estudio correspondiente (perfil, factibilidad o expediente técnico).

**4. DISPERSIÓN DE LA POBLACIÓN**

Será criterio del ingeniero proyectista determinar si la población se clasifica en:

- Dispersa
- Concentrada

Las consideraciones que tendrá en cuenta el Proyectista para determinar si la población es dispersa, serán las siguientes:

- Poblaciones inferiores a 100 habitantes o que cuenten con menos de 20 viviendas.
- Poblaciones que teniendo más de 20 viviendas presenten una separación media entre ellas superior a 50 m.



**5. DOTACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**5.1 Relación con otros parámetros de diseño**

La dotación de abastecimiento de agua para consumo humano dependerá de:

- o Ámbito geográfico de la población.
- o Rendimiento de la fuente en periodo de estiaje, dado que éste deberá ser superior al caudal de diseño.

**5.2 Dotación de abastecimiento de agua para consumo humano**

La dotación deberá ser estimada sobre la base de un "estudio de consumo de agua para el ámbito rural", que deberá ser suscrito y sustentado por el Ingeniero Sanitario o Civil responsable del Proyecto. En ausencia de dicho estudio se aplicarán valores comprendidos en los siguientes rangos:

**Tabla 1: Dotación de agua según opción de saneamiento**

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso. En caso de omitir cualquier de estos elementos, se deberá justificar la dotación a utilizar.

En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será de 30lt/hab./día.

Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

- o Educación primaria 20 lt/alumno x día
- o Educación secundaria y superior 25 lt/alumno x día

**5.3 Dotaciones en casos especiales.**

Para soluciones con tecnologías no convencionales de abastecimiento, se asumirá una dotación máxima de 30 litros/ (habitante x día) para el caso de captación de agua de lluvia, y de 20 litros / (familia x día) en el caso de esquemas de abastecimiento especial (filtro de mesa y otros).

Esta dotación de abastecimiento, también se aplicará en situaciones de emergencias y/o desastres.

Esta dotación se destinará al consumo de agua de bebida y preparación de alimentos.



**ANEXO 3: Calidad de agua para consumo humano**

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

MINISTERIO DE SALUD

No. 031-2010-SA



*Decreto Supremo*

**APRUEBAN REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

**CONSIDERANDO:**

Que, el numeral 22 del artículo 2º concordante con el artículo 7º de la Constitución Política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa;

Que, el artículo 107º de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, establece que el abastecimiento del agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento;

Que, la Décima Primera Disposición Complementaria, Transitoria y Final de la Ley N° 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento, dispone que el Ministerio de Salud, continuará teniendo competencia en los aspectos de saneamiento ambiental, debiendo formular las políticas y dictar las normas de calidad sanitaria del agua y de protección del ambiente;

Que, mediante Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946, se aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", el cual se encuentra desactualizado y obsoleto en el contexto actual;

Que, resulta necesario establecer un nuevo marco normativo para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, sustentado en un enfoque de análisis de riesgo, que proporcione a la Autoridad de Salud instrumentos de gestión modernos y eficaces para conducir la política y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano;



M. Arce P



E. CRUZ S.



D. Olivera A



D. E. C. C.



## Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

## ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = &lt; 1,8 /100 ml

## Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

## ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE  
CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mg L}^{-1}$	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
12. Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
14. Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
15. Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
16. Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
17. Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO 4: Catálogo de equipos

Características y beneficios

SQFlex

**Protección contra marcha en seco**

La bomba SQF está protegida contra marcha en seco con el fin de evitar daños en la misma. La protección contra marcha en seco se activa por el electrodo de nivel de agua, colocado en el cable del motor 0,3 - 0,6 m por encima de la bomba, dependiendo del tipo de bomba.

El electrodo de nivel mide la resistencia de contacto a la camisa del motor a través del agua. Cuando el nivel de agua desciende por debajo del electrodo de nivel de agua la bomba se desconecta. Se vuelve a conectar automáticamente cuando el nivel de agua lleve 5 minutos por encima del electrodo del nivel de agua.

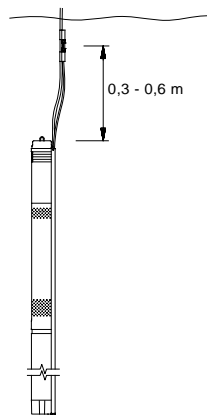


Fig. 2 Instalación vertical

TM02 2436 3901

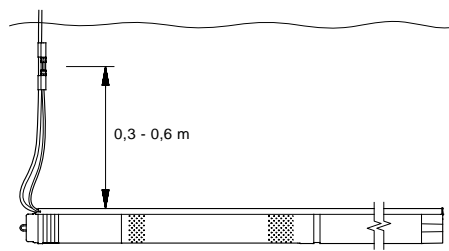


Fig. 3 Instalación horizontal

TM02 2435 3901

**Alto rendimiento**

El motor MSF 3 es un motor de imán permanente (motor PM ) que proporciona un mayor rendimiento dentro de la gama de potencias si se compara con un motor asíncrono convencional.

Además, el estator segmentado del motor contribuye considerablemente al alto rendimiento.

El motor MSF 3 se caracteriza también por el alto par de arranque, incluso con bajo suministro de potencia.

**Protección contra sobrevoltaje y bajo voltaje**

Cuando la tensión de alimentación es inestable puede producirse sobrevoltaje o bajo voltaje.

La bomba parará si la tensión cae fuera de la gama de tensión permitida. El motor vuelve a arrancar automáticamente cuando la tensión esté dentro de la gama permitida. Por consiguiente no se necesita ningún relé de protección adicional.

**Nota:** El motor MSF 3 está protegido contra perturbaciones transitorias de la tensión de alimentación según IEC 60664-1 "categoría III de sobretensión" (4 kV). En áreas con alta intensidad de rayos, se recomienda protección externa contra rayos.

**Protección contra sobrecarga**

Si se sobrepasa el límite superior de entrada de potencia, el motor lo compensará automáticamente, reduciendo la velocidad. Si la velocidad baja a menos de 500 rpm, el motor parará automáticamente.

El motor estará parado durante 10 segundos. Pasado este tiempo, la bomba intentará automáticamente el re arranque.

La protección contra sobrecarga evita que el motor se queme, por lo que no se necesita ninguna protección adicional del motor.

**Protección contra sobretemperatura**

Un motor de imán permanente desprende muy poco calor. Este hecho, junto con un eficaz sistema de circulación interna que aleja el calor del rotor, estator y cojinetes, garantiza unas condiciones de funcionamiento óptimas del motor.

Como protección adicional, la unidad electrónica incorpora un sensor de temperatura. Cuando la temperatura sube por encima de 85°C, el motor para automáticamente; cuando la temperatura haya bajado a 75°C, el motor vuelve a arrancar automáticamente.



# Componentes del sistema

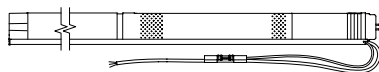
SQFlex

## Bomba sumergible SQF

La bomba SQF está disponible únicamente como unidad completa.

La bomba SQF consta de

- motor
- cable de 2,0 m con electrodo de nivel de agua y manguito
- protector de cable.

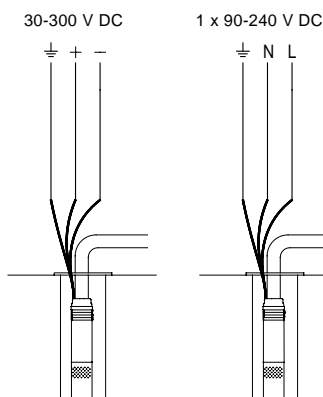


TM02 221T 3901

Fig. 15 Bomba SQF

Hay que conectar el motor MSF al suministro de potencia tal y como se muestra en la fig. 16.

Dado que la unidad electrónica integrada permite al motor funcionar con corrientes de alimentación DC y AC, es indiferente el modo de conexión de los cables "+" y "-" o "N" y "L".



TM02 2437 3901

Fig. 16 Esquema de conexiones eléctricas

## Unidad de control CU 200 SQFlex

La unidad de control CU 200 es una unidad combinada de estado, control y comunicación desarrollado especialmente para el sistema SQFlex. Permite además conectar un interruptor de nivel.

El CU 200 incorpora entradas de cable para...

- conexión al suministro de potencia (pos. 6)
- conexión a la bomba (pos. 7)
- conexión a tierra (pos. 8)
- conexión a interruptor de nivel (pos. 9).

(Los números de posición en paréntesis se refieren a la fig. 17.)

La comunicación entre el CU 200 y la bomba se realiza mediante el cable de suministro de potencia de la bomba. Esto se llama Comunicación a través de cable eléctrico de potencia y este principio significa que no se necesitan cables adicionales entre el CU 200 y la bomba.

Se puede arrancar, parar y rearmar la bomba mediante el botón de on/off (arranque/parada) (pos. 1).

El CU 200 ofrece:

- Control del sistema
- Indicación de alarma.

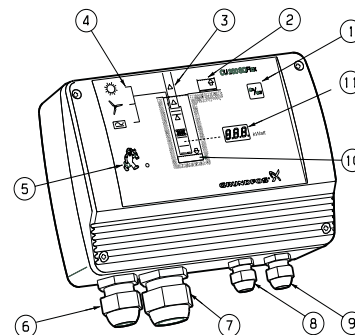
Las siguientes indicaciones permiten controlar el funcionamiento de la bomba:

- Tanque de agua lleno (interruptor de nivel) (pos. 2)
- Bomba funcionando (pos. 3)
- Potencia de entrada (pos. 11).

El CU 200 ofrece las siguientes posiciones de alarma:

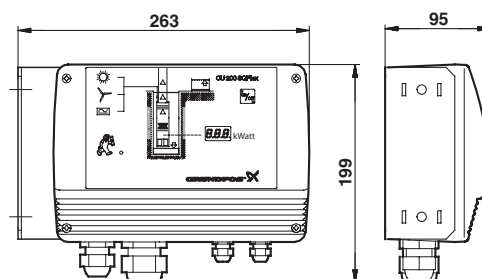
- Marcha en seco (pos. 10)
- Reparación necesaria (pos. 5) en el caso de:
  - Sin contacto con la bomba
  - Sobrevoltaje
  - Sobretemperatura
  - Sobrecarga.

Además, el CU 200 indica los símbolos de las opciones de suministro de energía (pos. 4).



TM02 2325 1206

Fig. 17 Elementos del CU 200



TM02 2323 1206

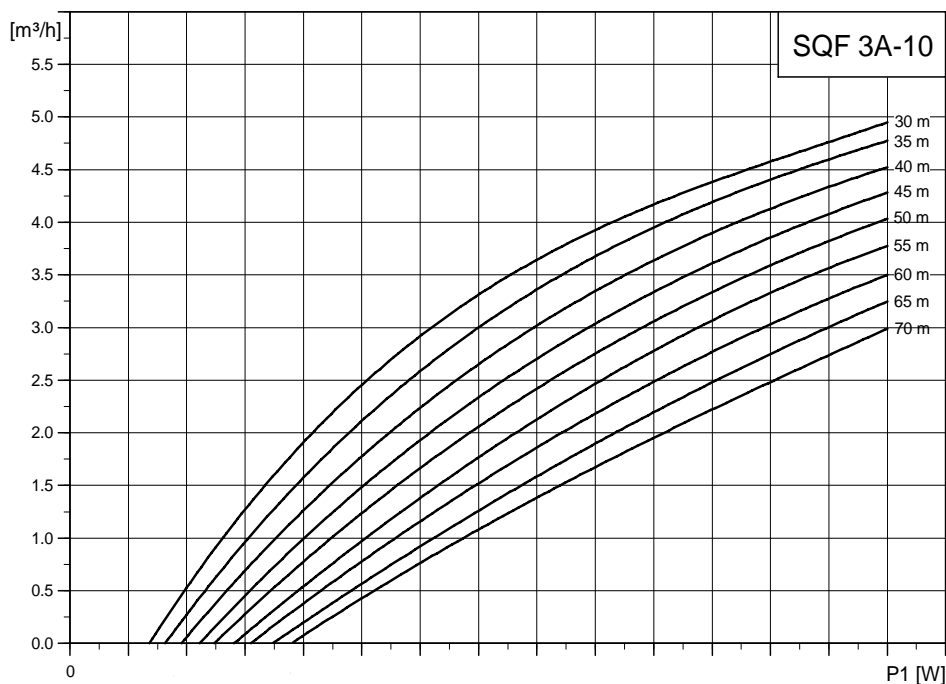
Dimensiones indicadas en mm.

Fig. 18 Dimensiones

# Curvas características

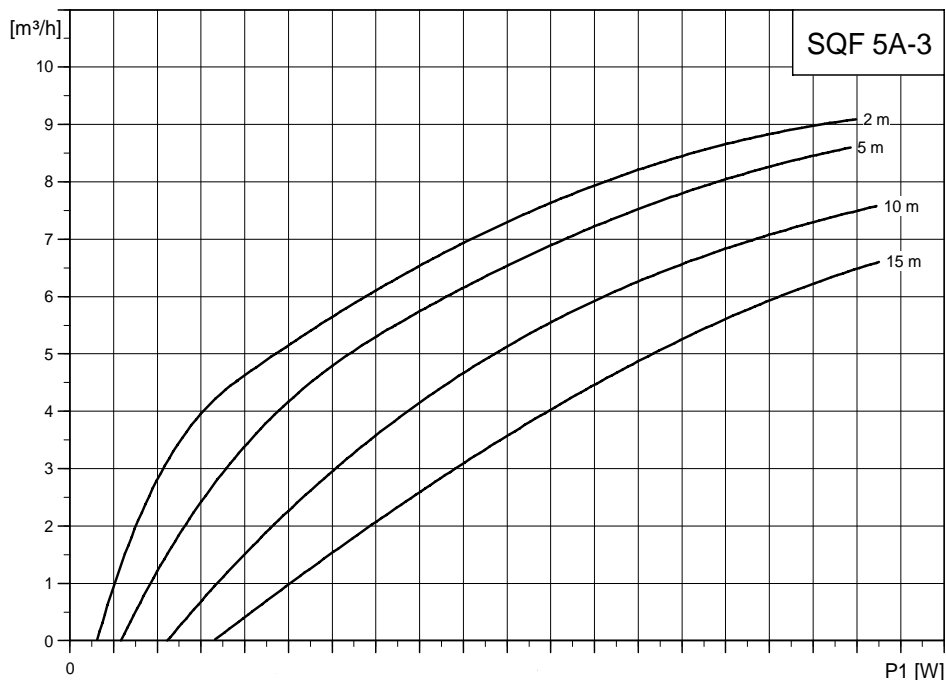
SQF 3A-10  
SQF 5A-3

## SQF 3A-10



TM03 3927 1206

## SQF 5A-3



TM02 2341 4101

## Datos técnicos

SQFlex

### Bomba SQF

<b>Suministro a la bomba</b>	30-300 V DC, PE. 1 x 90-240 V -10%/+6%, 50/60 Hz, PE.
<b>Tiempo de arranque</b>	Dependiendo de la fuente de potencia.
<b>Arranque/parada</b>	Número ilimitado de arranques/paradas por hora.
<b>Grado de protección</b>	IP 68.
<b>Protección de motor</b>	Incorporada en la bomba. Protección contra <ul style="list-style-type: none"> <li>• marcha en seco mediante un electrodo de nivel de agua</li> <li>• sobrevoltaje y subvoltaje</li> <li>• sobrecarga</li> <li>• sobretensión.</li> </ul>
<b>Conductividad</b>	≥ 70 µs/cm (micro siemens).
<b>Nivel de ruido</b>	El nivel de ruido de la bomba es inferior a los valores límite indicados en la Directiva sobre Maquinaria de la CEE.
<b>Ruido radioeléctrico</b>	SQF cumple con la Norma CEM 89/336/CEE. Homologada según las normas EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3.
<b>Función de rearme</b>	SQF puede rearmarse mediante el CU 200 o desconectando la potencia de suministro durante 1 minuto.
<b>Factor de potencia</b>	PF = 1.
<b>Funcionamiento mediante generador</b>	Tensión: 230 V AC -10%/+6%. La salida del generador debe ser de <ul style="list-style-type: none"> <li>• mínimo 1 k VA (bombas de rotor helicoidal)</li> <li>• mínimo 1,5 k VA (bombas centrífugas).</li> </ul>
<b>Diferencial a tierra</b>	Si la bomba está conectada a una instalación eléctrica donde se utiliza un diferencial a tierra (ELCB) como protección adicional, tiene que ser del tipo que se dispara cuando se producen derivaciones a tierra de corriente continua (pulsante).
<b>Diámetro de perforación</b>	SQF 0,6, SQF 1,2, SQF 2,5: Mínimo: 76 mm. SQF 3A, SQF 5A, SQF 8A, SQF 11A: Mínimo: 104 mm.
<b>Profundidad de instalación</b>	Mínimo: La bomba tiene que estar completamente sumergida en el líquido de bombeo. Máximo: 150 m por encima del nivel estático del agua (15 bar).
<b>Filtro de aspiración</b>	Orificios del filtro de aspiración: SQF 0,6 (N), SQF 1,2 (N), SQF 2,5 (N): ø2,3 mm. SQF 3A (N), SQF 5A: ø2,5 mm. SQF 5A N, SQF 8A (N), SQF 11A (N): 4 mm x 20 mm.
<b>Líquidos bombeados</b>	pH 5 a 9. Contenido de arena hasta 50 g/m <sup>3</sup> .
<b>Marca</b>	CE.

### Unidad de control CU 200 SQFlex

<b>Tensión</b>	30-300 V DC, 8,4 A. 90-240 V AC, 8,4 A.
<b>Consumo de potencia</b>	5 W.
<b>Consumo de corriente</b>	Máximo 130 mA.
<b>Cable de la bomba</b>	Longitud máxima entre la CU 200 y la bomba: 200 m. Longitud máxima entre la CU 200 y el interruptor de nivel: 500 m.
<b>Fusible de reserva</b>	Máximo 10 A.
<b>Ruido radioeléctrico</b>	La CU 200 cumple con la Norma CEM 89/336/CEE. Homologada según las normas EN 55014 y 55014-2.
<b>Humedad relativa del aire</b>	95%.
<b>Grado de protección</b>	IP 55.
<b>Temperatura ambiente</b>	Durante el funcionamiento: -30°C a +50°C. Durante el almacenaje: -30°C a +60°C.
<b>Marca</b>	CE.
<b>Peso</b>	2 kg.

### Caja de interruptores IO 100 SQFlex

<b>Tensión</b>	Máximo 300 V DC, 8,4 A. Máximo 265 V AC, 8,4 A.
<b>Grado de protección</b>	IP 55.
<b>Temperatura ambiente</b>	Durante el funcionamiento: -30°C a +50°C. Durante el almacenaje: -30°C a +60°C.
<b>Marca</b>	CE.

**ANEXO 5: Datos Topográfico y presupuesto**

Puntos de coordenadas UTM-84

Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO
1	344639.00	8378325.00	3937.0	I.E.P.Nº 70811
2	344611.65	8378378.00	3937.0	PRONOEI
3	344989.05	8378523.50	3912.0	FELIX MAMANI
4	344995.61	8378527.26	3913.0	ROSA MAMANI
5	345193.27	8378393.79	3912.6	GREGORIO HANCCO
6	345080.55	8378385.35	3912.5	SABINO ROCA
7	345091.1	8378355.94	3912.6	PEDRO GUTIERREZ
8	345089.18	8378337.72	3912.7	FLORENTINO GUTIERREZ
9	345088.50	8378272.84	3913.0	EUSEBIO HUAHUASONCCO
10	345094.87	8378269.22	3913.0	LUCILA MONTESINOS
11	345158.16	8378267.36	3912.5	FAUSTO HUAHUASONCCO
12	345168.13	8378241.80	3912.0	ALICIA GUTIERREZ
13	345169.00	8378231.00	3912.0	SAMUEL HANCCO
14	345168.06	8378209.12	3912.3	NOLBERTO HANCCO
15	345164.05	8378201.60	3912.5	LOCAL IGLESIA EVANGÉLICA
16	345062.33	8378212.23	3913.0	OBDALIA HANCCO
17	345069.68	8378190.17	3913.0	BENITO HANCCO
18	345141.97	8378144.07	3908.0	MIRIAM EGULUZ
19	345142.00	8378140.00	3908.0	JUAN EGUILUZ
20	345056.06	8378130.48	3913.7	IRENE LLAMOCCA
21	345056.00	8378130.00	3913.6	JESUS HANCCO
22	345049.00	8378114.00	3913.5	BENITA MIRANDA
23	345058.00	8378093.00	3913.0	GERMAN VILLANUEVA
24	345060.00	8378076.00	3913.0	CARMEN RAMOS
25	345133.98	8378106.90	3908.0	NINFAGUTIERREZ
26	345100.00	8378011.00	3908.0	NESTOR ARENAS
27	345067.00	8378000.00	3914.5	SATURNO GUTIERREZ
28	345050.51	8377970.60	3914.5	TELMO VILLANUEVA
29	344756.83	8377489.07	3905.0	IRMA HANCCO
30	344675.00	8377509.00	3905.0	EDUARDO HANCCO
31	344712.19	8377434.60	3905.0	DARIO RAMIREZ
32	344591.38	8377443.36	3906.0	ANTONIO HANCCO
33	344522.79	8377444.87	3905.0	ADVIOLA CAMPANA
34	344471.00	8377354.00	3907.0	RAUL CAMPANA
35	344423.88	8377354.74	3908.0	ELENA HANCCO
36	344469.54	8377179.63	3904.5	ALFONSO HANCCO
37	344493.53	8377131.96	3905.5	BENITA RIVERA
38	344469.00	8377104.00	3905.5	PONCIANO HANCCO
39	344426.17	8376912.98	3905.0	EMILIA FLORES
40	344453.30	8376888.00	3905.0	MARIO RIVERA
41	344451.54	8376847.04	3905.0	LOCAL CLUB DE MADRES

42	344483.00	8376851.00	3904.0	JOSE ARENAS
43	344472.94	8376743.00	3903.0	SILVERIO RAMIRES
44	344464.00	8376626.40	3903.0	CANDELARIA RIVERA
45	344453.30	8376510.35	3904.0	NARCISO VILLANUEVA
46	344133.93	8376441.82	3909.5	OCTAVIANA YANA
47	344041.00	8376444.44	3910.0	TEOFILA CAYLLAHUA
48	344040.45	8376441.92	3905.0	JUSTA CONDORI
49	344379.96	8376951.15	3905.3	CRISTINA HANCCO
50	344254.72	8377056.08	3905.4	DANNY CRUZ
51	344270.00	8377206.00	3905.5	JACINTO HANCCO
52	344068.95	8377056.68	3906.0	JUAN EGUILUZ
53	343891.48	8377066.17	3906.0	BEBIANA RAMIREZ
54	343882.84	8377082.43	3906.0	ADOLFO MAMANI
55	343866.28	8377068.04	3905.0	BENITA VALERIANO
56	343882.00	8376884.00	3903.5	SABINO RIVERA
57	344095.00	8378110.00	3934.0	GERMAN RIVERA
59	343914.00	8378055.00	3931.0	BONIFACIO CONDORI
60	344030.00	8377940.00	3928.0	BONIFACIO HANCCO
61	344010.00	8377967.00	3928.5	TEODORA RIVERA
62	343891.00	8377969.00	3929.0	AGUSTINA RIVERA
63	343877.00	8377962.00	3929.0	TOMASA CONDORI
64	343757.00	8377907.00	3928.0	HIPOLITO RIVERA
65	343667.00	8377863.00	3927.8	FAUSTO RAMOS
66	343617.50	8377839.50	3927.7	EUSEBIA LEON
67	343532.00	8377799.50	3927.0	WALTER QUISPE
68	343498.00	8377783.00	3926.8	NELLY MAMANI
69	343466.00	8377768.00	3926.5	RAYMUNDA LOPE
70	343432.50	8377751.00	3926.0	ANACLETA MAMANI
71	343394.00	8377735.50	3925.7	FRANCO MAMANI
72	343281.50	8376680.50	3925.4	OCTAVIO MAMANI
73	343225.50	8377653.00	3925.0	MARTIN RIVERA CH.

**Resultados de Presupuesto General**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>3.174,96</b>
01.01	ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA	m2	24,00	68,54	1.644,96
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 2 m X 1.50m	glb	1,00	250,00	250,00

01.03	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD PARA PERSONAL OBRERO	glb	1,00	1.280,00	1.280,00
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN</b>				<b>4.025,93</b>
<b>02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>16,64</b>
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	32,00	0,14	4,48
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	32,00	0,38	12,16
<b>02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>457,07</b>
02.02.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO ARCILLOSO	m3	31,48	10,80	339,98
02.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	m2	9,78	1,48	14,47
02.02.03	ACARREO DE MATERIALES EXCEDENTES DE 30m	m3	62,96	1,63	102,62
<b>02.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>115,81</b>
02.03.01	CONCRETO SOBRE CIMIENTOS $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> + 25% P.M. SOLADO PARA RESERVORIO	m2	1,40	82,72	115,81
<b>02.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>2.536,37</b>
02.04.01	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> losa muros tapa	m3	14,53	115,78	1.682,28
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ANILLOS DE BASE D=1.70 m. h=1.20 m.	m2	54,43	9,44	513,82
02.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	89,78	3,79	340,27
<b>02.05</b>	<b>TARRAJEO ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>109,22</b>
02.05.01	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2	8,88	12,30	109,22
<b>02.06</b>	<b>PINTURAS</b>				<b>93,24</b>
02.06.01	PINTURA ESMALTE PARA MUROS Y LOSAS EXTERIOR	m2	8,88	10,50	93,24
<b>02.07</b>	<b>CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE PUA h = 1.60m</b>				<b>521,40</b>
02.07.01	INST. CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE DE PÚAS H=1.60m	m	99,60	4,76	474,10
02.07.02	PUERTA DE INGRESO CON ALAMBRES DE PUAZ Y MARCO MADERA	und	1,00	47,30	47,30
<b>02.08</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>176,18</b>
02.08.01	TAPA METÁLICA DE INSPECCIÓN 0.60 X 0.60 m	und	1,00	176,18	176,18
	<b>ESTRUCTURA DE RESERVORIO</b>				
<b>03</b>	<b>APOYADO DE C°A°(Capacidad=23.87 M3)</b>				<b>12.539,80</b>

<b>03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>14,30</b>
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	27,50	0,14	3,85
03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	27,50	0,38	10,45
<b>03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>68,59</b>
03.02.01	EXCAVACIÓN A MANO EN TERRENO ARCILLOSO	m3	5,78	6,95	40,17
03.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	m2	11,56	1,48	17,11
03.02.03	ACARREO DE MATERIALES EXCEDENTES DE 30m	m3	6,94	1,63	11,31
<b>03.03</b>	<b>OBRA DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>262,43</b>
03.03.01	Solado 4" Concreto 1:10 C:H	m3	1,63	161,00	262,43
<b>03.04</b>	<b>OBRA DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>6.057,09</b>
03.04.01	Concreto F'c=210 kg/cm2 losa, fondo, tapa y muro	m3	7,12	280,47	1.996,95
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	81,56	28,87	2.354,64
03.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	450,00	3,79	1.705,50
<b>03.05</b>	<b>TARRAJEO ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>1.533,18</b>
03.05.01	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2	38,68	12,30	475,76
03.05.02	TARRAJEO MUROS INTERIORES CON IMPERMEABILIZANTE	m2	30,00	28,28	848,40
03.05.03	MORTERO PARA PENDIENTE DEL FONDO	m2	6,76	30,92	209,02
<b>03.06</b>	<b>SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO</b>				<b>3.170,31</b>
03.06.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS DE SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO EN RESERVORIO	glb	3,00	1.056,77	3.170,31
<b>03.07</b>	<b>CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE PÚA h = 1.60m</b>				<b>1.003,84</b>
03.07.01	INST. DE CERCO PERIMÉTRICA CON ALAMBRE DE PÚAS H= 1.60 M	m	338,00	2,83	956,54
03.07.02	PUERTA DE INGRESO CON ALAMBRES DE PÚAS Y MARCO MADERA	und	1,00	47,30	47,30
<b>03.08</b>	<b>PINTURAS</b>				<b>238,99</b>
03.08.01	PINTURA ESMALTE PARA MUROS Y LOSAS	m2	45,96	5,20	238,99
<b>03.09</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>191,07</b>

03.09.01	TAPA METÁLICA DE INSPECCIÓN 0.60 X 0.60 m	und	1,00	176,18	176,18
03.09.02	TUBO DE VENTILACIÓN DE F°G°, D=2"	und	1,00	14,89	14,89
<b>04</b>	<b>CASETA DE VÁLVULAS DEL RESERVORIO (1.10 m<sup>3</sup>)</b>				<b>1.647,41</b>
<b>04.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2,08</b>
04.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	4,00	0,14	0,56
04.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	4,00	0,38	1,52
<b>04.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>44,19</b>
04.02.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL	m3	3,00	10,80	32,40
04.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	m2	4,00	1,48	5,92
04.02.03	ACARREO DE MATERIALES EXCEDENTES DE 30m	m3	3,60	1,63	5,87
<b>04.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>270,48</b>
04.03.01	Solado 4" Concreto 1:10 C:H	m3	1,68	161,00	270,48
<b>04.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>596,38</b>
04.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> losa muros tapa	m3	0,90	115,78	104,20
04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	10,68	28,87	308,33
04.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	48,51	3,79	183,85
<b>04.05</b>	<b>TARRAJEO ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>121,52</b>
04.05.01	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2	9,88	12,30	121,52
<b>04.06</b>	<b>VÁLVULAS Y ACCESORIOS</b>				<b>393,16</b>
04.06.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS EN CASETA DE VÁLVULAS	glb	1,00	393,16	393,16
<b>04.07</b>	<b>PINTURAS</b>				<b>43,42</b>
04.07.01	PINTADO DE MUROS Y LOZA EXTERIOR	m2	8,88	4,89	43,42
<b>04.08</b>	<b>CARPINTERÍA METALICA</b>				<b>176,18</b>
04.08.01	TAPA METALICA DE INSPECCION 0.60 X 0.60 m	und	1,00	176,18	176,18
<b>05</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN (137.62m)</b>				<b>2.579,00</b>
<b>05.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>264,23</b>
05.01.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO DE ZANJAS CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	m	137,62	1,92	264,23
<b>05.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>783,06</b>
05.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS EN TERRENO ARCILLOSO	m	137,62	4,64	638,56



05.02.03	CAMA DE APOYO	m	137,62	0,25	34,41
05.02.04	RELLENO COMPACTADO DE ZANJAS	m	137,62	0,80	110,10
<b>05.03</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS</b>				<b>1.531,71</b>
05.03.01	TUBERIA PVC SAP CLASE F=15 CON ROSCA, 1.5"	m	137,62	10,78	1.483,54
05.03.02	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	m	137,62	0,35	48,17
<b>06</b>	<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN (818.50m)</b>				<b>12.565,06</b>
<b>06.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>204,63</b>
06.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m	818,50	0,25	204,63
<b>06.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4.657,27</b>
06.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS EN TERRENO NORMAL	m	818,50	4,64	3.797,84
06.02.03	CAMA DE APOYO	m	818,50	0,25	204,63
06.02.04	RELLENO COMPACTADO DE ZANJAS	m	818,50	0,80	654,80
<b>06.03</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS</b>				<b>7.703,17</b>
06.03.02	TUBERÍA PVC SAP CLASE - 10, D= 2", NTP 399.022	m	818,50	6,89	5.639,47
06.03.05	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS	m	818,50	0,35	2.063,70
<b>07</b>	<b>INSTALACIÓN DE MOTOR Y EQUIPOS INSTALACIONES DE BOMBA</b>				<b>16.113,90</b>
<b>07.01</b>	<b>SUMERGIBLE PANELES SOLARES Y ACCESORIOS</b>				<b>15.270,00</b>
07.01.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE Y ACCESORIOS	glb	1,00	15.270,00	15.270,00
<b>07.02</b>	<b>INSTALACIÓN DE PARARRAYOS</b>				<b>843,90</b>
07.02.01	EXCAVACIÓN A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	2,00	6,95	13,90
07.02.02	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE PARARRAYOS	Cjt	1,00	830,00	830,00
<b>08</b>	<b>OTRAS OBRAS</b>				<b>3.703,00</b>
08.01	CASA DE GUARDIANIA	und	1,00	3.322,20	3.322,20
08.02	INST. CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE DE PÚAS H=1.60m	m	80,00	4,76	380,80
<b>09</b>	<b>FLETES</b>				<b>7.450,00</b>
09.01	FLETE TERRESTRE	glb	1,00	5.000,00	5.000,00
09.02	FLETE RURAL	glb	1,00	2.450,00	2.450,00

<b>Costo Directo</b>	<b>63.799,05</b>
<b>GASTOS GENERALES 0.0000%</b>	
<b>UTILIDAD (10%)</b>	<b>6.379,91</b>
.....	
<b>SUBTOTAL</b>	<b>70.178,96</b>
<b>IMPUESTO IGV (17%)</b>	<b>11.930,42</b>
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>	<b>82.109,38</b>

**ANEXO 6: Panel Fotográfico**



**ANEXO 7: Plano Topográfico y modelamiento Hidráulico**