



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Diseño de un Sistema de Bombeo accionado por Paneles
fotovoltaicos para extracción de Agua a la Ciudadela Muchick –
Pacasmayo – La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MÉCANICO ELÉCTRICISTA

AUTORES:

Mariños Mendoza, Kenny Joao (ORCID: 0000-0002-7536-7814)

Medina Rosales, Deissy Anali (ORCID: 0000-0002-1180-4931)

ASESOR:

Mg. Carlos Enrique Sánchez Huertas (ORCID: 0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

TRUJILLO-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Le dedico mi trabajo a Dios por haberme dado la fortaleza necesaria para continuar en los momentos más complicados a lo largo de mi vida universitaria y así lograr con éxito mi objetivo.

A mis padres por su amor, consejos, comprensión y apoyo, a mis hermanos por estar presentes, acompañándome, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino, les agradezco a ellos porque les debo toda mi vida ya que fueron y serán los artífices de lo que soy y puedo llegar a lograr.

Deissy A. Medina Rosales

A Dios por haberme dado la vida y guiarme
Por el buen camino.

De igual forma, a mis padres, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino, les agradezco a ellos porque les debo toda mi vida ya que fueron y serán los artífices de lo que soy y puedo llegar a lograr.

Kenny J. Mariños Mendoza

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, a mis Raúl y Albertina padres por su apoyo incondicional, y a mis hermanos por ser parte importante en mi vida.

De igual manera a todos los docentes de la universidad cesar vallejo que me brindaron su apoyo desinteresado para la realización de este proyecto.

Deissy A. Medina Rosales

Agradezco a Dios, por acompañarme en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

Agradecer a mis padres por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, a los docentes de la universidad cesar vallejo por sus enseñanzas impartidas durante mi paso por las aulas universitarias.

Kenny J. Mariños Mendoza

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLA.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vi i
ABSTRACT.....	viii.
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEORICO	11
III. METODOLOGIA	28
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	28
3.2 Variable y Operacionalización	28
3.3 Población muestra, muestreo.....	30
3.3.1 Población	30
3.3.2 Muestra	30
3.3.3 Muestreo.....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.4.1 Validez y confiabilidad.....	31
3.5 Procedimientos.....	31
3.6 Método de análisis de datos.....	34
3.7 Aspectos éticos	34
IV.RESULTADOS	35
V. DISCUSION.....	60
VI. CONCLUSION.....	63
VII. RECOMENDACIONES	64
VIII. REFERENCIAS	65
IX. ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla I.	Operacionalización de Variables	29
Tabla II.	Técnicas e instrumentos de la investigación	30
Tabla III.	Coordenadas de la ubicación del pozo.	35
Tabla IV.	Resumen de las medidas del pozo	35
Tabla V.	Resultados de las características del pozo.....	36
Tabla VI.	Resultados obtenidos de las encuestas.....	36
Tabla VII.	Resultados del consumo diario de los habitantes.	38
Tabla VIII.	Características específicas del tanque.....	39
Tabla IX.	Resultados de las mediciones obtenidas de la irradiación solar.....	39
Tabla X.	Resultados de las mediciones obtenidas de la irradiación solar.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Radiación solar	15
Figura 2.	Tipos de paneles solares	17
Figura 3.	Bomba centrífuga Horizontal	18
Figura 4.	Bomba Centrífuga Vertical	19
Figura 5.	Bomba sumergibles	20
Figura 6.	Sistema de bombeo fotovoltaico	24
Figura 7.	Separación entre filas y entre filas y objetos	27
Figura 7.	Promedio total de la Irradiación.....	40
Figura 8.	Curva característica de la bomba.....	46
Figura 9.	Curva característica de la bomba.....	48

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de demostrar que es factible extraer agua de un pozo tubular usando un sistema fotovoltaico, en el centro poblado ciudadela Muchick – Pacasmayo – La Libertad, para lo cual se planteó diseñar un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos para suministrar agua a un tanque elevado y así cubrir la demanda de agua en la ciudadela Muchick- Pacasmayo.

Metodológicamente la investigación es aplicada, con un diseño transversal. Asimismo, para la recolección y análisis de los datos se utilizaron las siguientes técnicas: la observación, la entrevista y el análisis documental. Cada una de ellas con su respectivo instrumento: la guía de observación, el cuestionario y la ficha de registro. Los datos recogidos fueron procesados en hoja de cálculo o software estadístico para obtener los valores promedio con su respectiva varianza y, de esta manera, validar el objetivo general.

Finalmente, la investigación generó resultados y conclusiones de gran interés, siendo uno de los más importantes las especificaciones del diseño del sistema de bombeo, tales como caudal de operación $6.0m^3/h$, altura de bombeo de 20 m, potencia de accionamiento 546.08 watts, pérdida de carga mayores 8.19 m y menores 0.89 m, para una bomba sumergible marca KONTRACT, así como los paneles fotovoltaicos de 370 watts de marca BAUER, con un voltaje de 24 V y amperaje de 9.23 A. Calculados para una irradiación solar promedio en la ciudadela Muchick – Pacasmayo, es de 5.59 Kwh/m². Asimismo, mediante la cotización con proveedores nacionales, se pudo concluir que la valorización del proyecto es de S/. 30,343.05.

Palabras clave: Sistema de bombeo, Panel fotovoltaico, irradiación solar.

ABSTRACT

This research work was carried out in order to demonstrate that it is feasible to extract water from a tubular well using a photovoltaic system in the Muchick - Pacasmayo - La Libertad town center, for which it was proposed to design a pumping system powered by photovoltaic panels to supply water to an elevated tank and thus meet the demand for water in the Muchick - Pacasmayo town center.

Methodologically, the research is applied, with a cross-sectional design. Likewise, the following techniques were used for data collection and analysis: observation, interview and documentary analysis. Each one of them with its respective instrument: the observation guide, the questionnaire and the registration form. The data collected were processed in a spreadsheet or statistical software to obtain the average values with their respective variance and, in this way, validate the general objective.

Finally, the research generated results and conclusions of great interest, one of the most important being the design specifications of the pumping system, such as operating flow rate $6.0\text{m}^3/\text{h}$, pumping head of 20 m, drive power 546.08 watts, head loss greater than 8.19 m and less than 0.89 m, for a KONTRACT sumergible pump, as well as the 370-watt photovoltaic panels of BAUER brand, with a voltage of 24 V and amperage of 9.23 A. Calculated for an average solar irradiation of 5.59 Kwh/m² in Muchick - Pacasmayo. Also, through the quotation with national suppliers, it was possible to conclude that the value of the project is S/. 29,831.79.

Keywords: Pumping system, photovoltaic panel, solar irradiation.

I. INTRODUCCIÓN

La actividad energética es un tema que abarca problemas constantes en distintas instalaciones industriales, mientras nos involucramos en este proyecto se encuentran constantemente términos que en la actualidad no son tan nuevos como biomasas (37.1%Kw-h), alternativas energéticas (20%), restricciones energéticas (20.3%), eficiencia energética(10%), energía geotérmica (10.1%) y además son energías limpias que ahora ya se encuentran en nuestras manos para poder producirlas y emplearlas, siendo gratuitas. Estas energías parten de la propia naturaleza entre ellas las más famosas y aspiradas es la fotovoltaica. (ARELLANO BASTIDAS, 2015, pág. 20)

Las energías fotovoltaicas tienen una importancia un poco nueva ya que en el año 1890 el ingeniero más específico en el área de la electricidad llamado Nicola Tesla Explico que si tuviéramos la capacidad de acumular la energía que el sol emite hacia la tierra en el desierto de Sahara posaría la energía suficiente para poder convencer todo el requerimiento energético de todo el mundo y muchas generaciones futuras. (ARELLANO BASTIDAS, 2015, pág. 21)

A nivel nacional el ministerio de Energía y minas en su proyecto “Plan Nacional de electrificación rural” nos quiere dar a entender que los factores de electrificación que se obtuvo como resultados del censo del año 1993: Nacional 54.9%, Urbano 77% y Rural 7.7%.

En el año 2007 se determinaron los siguientes valores: Nacional 74.1%, Urbano 89.1% y Rural 29.5% a fines del 2011, también se obtuvieron los siguientes resultados: Nacional 84.8% y Rural 63%. Por lo tanto el 37% de la electrificación se tiene que trabajar, para que el proyecto aporte una mejor condición de vida para los ciudadanos y así poder facilitarle en las labores domésticas. (MEM, 2013, pág. 7)

En la investigación Nacional de Programas Estratégicos 2011- 2014, nos comenta que en el 2016, la cantidad de viviendas con llegada a una red pública de electrificación alcanzo el 89.2%, cantidad que se incrementó en 1.1% de indicadores en concordancia del año 2013. El superior incremento que se

estableció fue en la Selva (3.4 %), así como en la Sierra (1.9%), conforme lo establecido por la investigación nacional de programas estratégicos por el INEI, que según los datos estadísticos ofrecidos se analiza el gran desafío, así como a su vez se presenta una oportunidad para poder ofrecer el servicio de suministro eléctrico utilizando las energías alternativas como la solar. (INEI, 2015, pág. 33)

En la investigación Nacional de Programas Estratégicos 2011- 2014 en INEI expresa que el recurso hídrico es imprescindible con el fin de subsistir, el agua es apto para el consumo humano y de mucho interés, por ese motivo es obligatorio observar la fuente del suministro del agua para facilitar a las familias.

Según la conclusión del 2014, el 79.7% de los ciudadanos se suministran de agua mediante una red pública, durante que el 5.4% se ofrece agua de la red pública fuera de la edificación, además dentro de la edificación y del canal, pozo. En concordancia con el 2013, la comisión de edificaciones que poseen agua de la red pública incremento en 1.0 %. (INEI, 2015, pág. 37)

Actualmente la ciudadela Muchick está ubicada a 1.2 km del distrito de Pacasmayo, la cual se encuentra habitada por 500 personas (100 viviendas), esta ciudadela cuenta con un pozo tubular, el cual tiene 12 años de existencia, con una altura de 15 mts de profundidad y 90 cm de diámetro, manteniendo su altura estática. Además, la radiación solar en la localidad es de 5.59 kWh/m². Esta ciudadela tiene como problema la extracción de agua, sabiendo que este suministro es vital para la vida y la salud, por lo cual ellos realizan esta actividad cargando baldes y recipientes, directamente del pozo con la ayuda de una soga, por esta razón se ha pensado en diseñar un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos para la extracción de agua. Debido a la cooperación con el cuidado de la tierra y sobre todo el accionamiento de la tecnología para conseguir energías limpias, como la energía fotovoltaica, que posee el sol, por la cual puede ser empleada directamente o pueden ser otros tipos de energías. Para poder dar solución a este problema, se planea utilizar la energía renovable en la ciudadela Muchick, de este modo poder generar energía eléctrica a la bomba que es alimentada por paneles fotovoltaicos.

La formulación del problema se establece como: ¿Es posible extraer agua del pozo tubular con sistema fotovoltaico, en el centro poblado ciudadela Muchick – Pacasmayo – La Libertad?

El informe de investigación se **justifica** que la población sufre de la extracción de agua que es una de las principales necesidades por la cual el sistema de bombeo fotovoltaico es una de las más importantes para nuestro desarrollo en la sociedad, además nos admite optimizar un método para extraer el suministro hídrico, ya que esta necesita de la energía de sol y no depende de un operador para su actividad y solo para su mantenimiento, además esta energía es limpia y reduce la contaminación del medio ambiente.

Para obtener la respuesta según nuestro problema se planteó el siguiente **objetivo general:** Diseñar un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos para extracción de agua de un pozo tubular en la ciudadela Muchick- Pacasmayo.

Con el objetivo general se plantearon los siguientes **objetivos específicos:** (1) Determinar las características hídricas del pozo existente; (2) determinar la capacidad de almacenamiento del agua; (3) determinar la irradiación solar promedio en la ciudadela Muchick- Pacasmayo; (4) Calcular y seleccionar los componentes del sistema de bombeo; (5) Diseñar el sistema de bombeo; (6) configurar el sistema fotovoltaico; (7) elaborar un plan de operación y mantenimiento para el sistema de bombeo fotovoltaico; (8) valorizar el diseño del sistema de bombeo fotovoltaico.

II. MARCO TEÓRICO

(HERNÁNDEZ BAUTISTA, 2019) En su tesis titulado “Estimación del potencial hídrico subterráneo del valle de Cajamarca - Cajamarca”, propuso en uno de sus objetivos determinar las características de los pozos tubulares, la cual consistió en determinar la ubicación de los pozos y establecer sus medidas que van desde 5

metros hasta 80 metros de profundidad, en las cuales sus diámetros varían desde 0.30 metros hasta 1.20 metros, además se consideró la calidad de material que se empleó para la construcción de los pozos.

(MANTILLA CERQUIN. H, 2020), en su tesis titulado “Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer de agua potable – caserío Pampa La Culebra - Cajamarca” propuso uno de sus objetivos diagnosticar la demanda hídrica y niveles de radiación solar en el caserío Pampa la Culebra, por la cual realizo un estudio en la cual determinó la demanda hídrica mediante su parámetro de medición que es un balde de 10 Lts, es así como se pudo determinar la demanda de 820 Lts/día, por lo que tomo como referencia a 16 lotes. En donde las organizaciones como el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecen un consumo de agua mínimo de 20 litros por persona y un máximo de 50 litros que se considera para sus necesidades básicas.

(CHISCUL ESQUIVEZ, 2020) en su tesis titulado “Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado El Papayo del Distrito de Motupe” propuso en uno de sus objetivo determinar el nivel de radiación solar promedio en el Fundo la Quebrada, por este motivo concluye que la toma de datos que se obtuvo con el solarímetro fue extraído desde la zona del Fundo la Quebrada, en la cual se realizó un periodo de min para obtener los datos, en las cuales establece sus valores de medición siendo de 2.10 kwh/m² y 3.65 kwh/m², por esta razón considera el mínimo para determinar sus cálculos posteriores y equipos adecuados para su proyecto.

(Domínguez - Palacios Gómez, 2011), en su tesis titulada “Sistema de Bombeo Fotovoltaico a depósito, para consumo humano y abrevadero en Gurmudele, Etiopía” España, propuso en uno de sus objetivos exponer los cálculos y planos del diseño, la cual contiene una ingeniería detalla de cada material a emplearse, probando la factibilidad y viabilidad del proyecto, en donde se cumple la garantía

y condiciones mínimas que exige su país como reglamento vigente, por este motivo se procede a la ejecución de dicho proyecto.

(ALFARO DELGADO, 2016), en su tesis titulada “Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para suministrar de agua al caserío plan manzana, provincia y departamento Cajamarca - 2016”, propuso en esta investigación expresar un análisis para obtener la energía eléctrica a partir de la radiación solar, así mismo se realizó un diseño preciso de generación de energía eléctrica para el bombeo de agua, según la necesidad de los beneficiarios del caserío Plan Manzanas. Obteniendo un consumo energético real y la selección correspondiente de equipos del sistema fotovoltaico, realizando la configuración del sistema eléctrico.

(HERNANDEZ QUIJAITE, 2018), en su tesis titulada “Bombeo de agua con energía solar en el departamento de Ica”, propuso en esta investigación que el incremento de los sistemas convencionales, como se sabe que el combustible no tiene un precio fijo, suele incrementarse de manera continua, si a esto le presupuestamos el gasto del transporte y la instalación, su presupuesto sería muy elevado a diferencia de la energía solar. Con el pasar de los años la inversión en paneles solares podría resultar económicas o costosas, pero a su vez serían beneficiosas, ya que su mantenimiento y operación no tienen un costo elevado a diferencia de los sistemas convencionales. Además este tipo de sistemas de bombeo solar son mucho más económicos que los sistemas que utilizan combustible, su vida útil de los sistemas solares es de 20 años, con una alta confiabilidad y sus fallas suelen ser significativas.

(MORAN SANTAMARIA, 2018), en su tesis titulada “Análisis y evaluación para la viabilidad técnico económico en el uso de la energía solar fotovoltaica para el centro poblado Cruz de Pañala – distrito de Mórrope”, propuso en esta investigación que el estudio de electrificación con energía solar para el centro poblado Cruz de Pañalá, el cual viene careciendo de energía eléctrica, por encontrarse en un lugar retirado de las redes eléctricas, debido a su distancia, es por este motivo que el costo del transporte de energía eléctrica resulta ser

elevado y limitado, por esta razón se realizó la evaluación del recurso de energía renovable (energía fotovoltaica), el cual resulto más factible para las 40 familias del poblado.

Esta investigación se fundamentará en la determinación, la probabilidad técnica y económica del montaje de una bomba alimentada por paneles fotovoltaicos Muchick - Pacasmayo – La libertad, debido a la situación de la ciudadela, de modo que se daría una solución a esta problemática desde un aspecto analítico, se emplearan las siguientes **teorías con relación al tema**.

1. Energía Solar

Esta energía renovable que adquiere de la radiación electromagnética originado por el sol, además las energías relevantes son el comienzo, excepto la geotérmica; primeramente se utiliza la energía del sol en forma de calor mediante recaudadores solares, además la electricidad se puede cambiar con la ayuda de paneles solares. (VÁSQUEZ CORDANO, TAMAYO PACHECO, & SALVADOR JÁCOME, 2017, pág. 16)

2. Radiación solar

Por eso nosotros nos beneficiamos de la energía solar de modo que la intensidad de la irradiación solar alcanzando a las zonas determinadas, de modo que necesitamos equipos que registren irradiaciones aceptables con el fin de poder plantear equipos que absorban la energía solar con el fin de aprovechar lo máximo de esta energía. Hoy en día los registros de la radiación solar se ejecutan por cálculos vía satélite y además con las referencias de los pueblos, caseríos y zonas rurales. (SEPÚLVEDA, 2014, pág. 61)

- a) **Directa:** Llega directamente a la superficie sin importar el área y tiempo.
- b) **Reflejada:** Energía guiada por el reflejo o la energía reflejada por el objeto que necesita reflejarse para poder afectar en la superficie.
- c) **Difusa:** Es un tipo que se transmite por el sol y apunta en todas las direcciones.

- d) **Horas pico:** El impacto de la tasa de incidencia horaria determinada de $1000\text{W}/\text{m}^2$ es equivalente al de las emisiones globales. (FLORENCIA & BREARDI, 2013, pág. 13)



Figura 1. Radiación solar

3. Energía Fotovoltaica

El impacto fotoeléctrico incluye la dispersión de electrones, esto sucede en aquel momento que la luz del sol cae en algunas partes de la superficie. En esta ocasión la energía solar fotovoltaica, están compuestas por una o más piezas de componentes semiconductores, desde entonces la mayoría de los casos es silicio, cubierto por cristales claros que permite la irradiación solar y disminuya las pérdidas.

Las módulos están formados por celdas o paneles y están se ajustan, con la intensidad de integrarse en el sistema fotovoltaico. Los módulos mantienen una vida útil a de 30 años y en 25 años su productividad está por encima del 80% y a pesar de todo, se sigue investigando para aumentar su eficiencia. (VASCO, 2000, pág. 6)

4. Tipos de sistemas fotovoltaicos

a) Sistemas aislados o autónomo

Son los sistemas que aseguran el abastecimiento de electricidad autónomo de clientes o casas retiradas. Además, estos tipos de montaje no poseen ninguna restricción técnica hasta que se poder eléctrico produzca; simplemente la causa de valorización y rentabilidad decretan la anotación de la cantidad de módulos y condensadores a establecer.

Se mostrara los siguientes niveles domésticos:

- Diminuto montaje del alumbrado en domicilios.
- Montaje del procedimiento del bombeo de agua de los pozos o riego autónomos.
- Instalaciones de los domicilios son factible económicamente, implantar un montaje autónomo, la cual ejecute la instalación a la red general, la cual será normalizada. (ARANCIBIA MORENO, 2020)

b) Sistemas conectados a red

El motivo de este servicio es de unir al sistema un montaje fotovoltaico y ofrecer la energía elaborada por la entidad eléctrica, transformando de esta manera la vivienda en una base productora.

Para este modelo de sistemas existen las siguientes razones:

- Mayor rango energético.
- Es energía pura y alternativa.
- Los problemas del estado climático es la solución de disminuir las difusiones del CO₂. (ARANCIBIA MORENO, 2020)

5. Paneles Fotovoltaicos

Tipos de paneles Fotovoltaico

La potencia solar tiene como función en obtener y cambiarla a energía eléctrica.

El modulo fotovoltaico se encuentra formado por una cifra inestable de células solares, de 31 y 36 unidades, la cual se encuentran en serie eléctricamente, del conjunto de células se obtiene el voltaje de salida; de esta manera el productor determina un número mínimo con el fin de asegurar la capacidad positiva del banco de acumuladores.

El balance de la superficie del panel oscila entre 0,5 y 1,3 m², en que las células permanecen unidas dentro de dos capas, una de las capas es superior de cristal de silicio y la otra capa es inferior de material plástico. Estos artículos se ubican en un fogón de altos grados de temperatura, en la cual se obtiene como resultando un bloque exfoliado, colocándole unos marcos que generalmente son de aluminio. (ARANCIBIA MORENO, 2020)

a) Paneles Solares Monocristalinos

Ofrecen una alta productividad, alrededor del 20% en la producción en serie y un 24% en prototipos de laboratorio. Obteniéndose el silicio puro derretido y dopado con boro, además tiene un precio alto. Por su rendimiento energético, por la cual sus láminas son las que más se utilizan. (ACERO HERRERA, 2019, pág. 7)

b) Paneles Solares Policristalinos: son los que poseen una productividad entre 12 y 14%, además, tienen una densidad reducida de varias micras. Además discrepan de los paneles Monocristalinos, de la misma manera que su forma geométrica es cuadrada, haciendo que emplee mejor el espacio entre las células que arman el panel solar, por lo cual la tarifa por panel es menor, debido que se aplica menos silicio en su elaboración, por esta razón su procedimiento será menos complicado. (ACERO HERRERA, 2019, pág. 8)

c) Paneles Solares Amorfos

Aportan una productividad inferior al 10%, teniendo una superioridad de flexibilidad. Ahora se alojan en tejados (tejas solares) y exteriores de edificaciones, en donde se fijan en dimensiones notables por su elasticidad. Son extremadamente delgados y con un bajo precio que hacen que tenga un futuro brillante. (ACERO HERRERA, 2019)

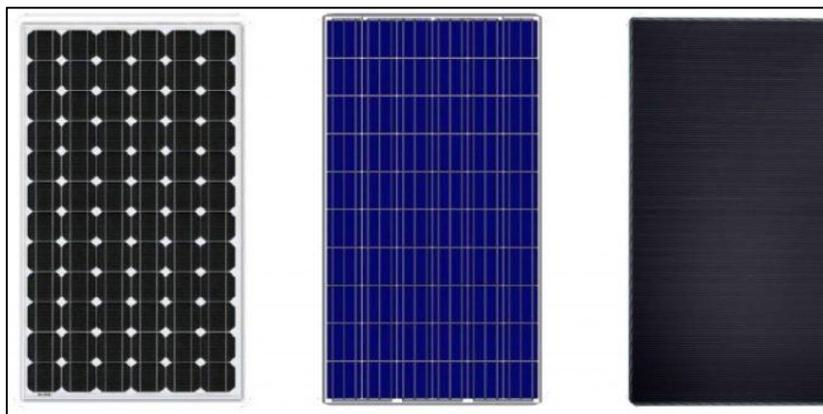


Figura 2. Tipos de paneles solares

6. Tipos de Bombas

Los tipos de bombas que frecuentemente se usan para suministrar de agua con las bombas centrífugas, verticales y horizontales, y las bombas sumergibles. El investigador seleccionara la bomba, según el convenio a su necesidad.

a) Bombas centrífugas horizontales

Este tipo de equipo cuenta con un eje de transmisión en forma horizontal, así como se muestra en la figura 3, sostiene que su gran ventaja de poder ser instalada en lugares de fuentes de suministro, de tal manera que les permite ser ubicados en sectores resacos, protegidos de desbordamientos, fresco, de simple ingreso, etc. Esta bomba se debe usar en estanques, manantiales superficiales y almacenar. Por lo tanto su sencillo mantenimiento y ejecución es conveniente en relación con el medio rural. Por su pequeño importe de ejecución y mantenimiento es una superioridad adicional. Tiene una ventaja adicional por sus pequeños precios de operación y mantenimiento. Además, tiene una principal desventaja que presenta este tipo de bombas como la restricción en la carga de succión, dado que la importancia máximo teórico que consigue es el de la coacción atmosférica de la superficie (10.33 m a la altura del mar), a diferencia, cuando la altura de la succión es de 7mts, por la cual, la bomba empieza a demostrar desperfectos en su operatividad. (DE LAS HERAS, 2011)

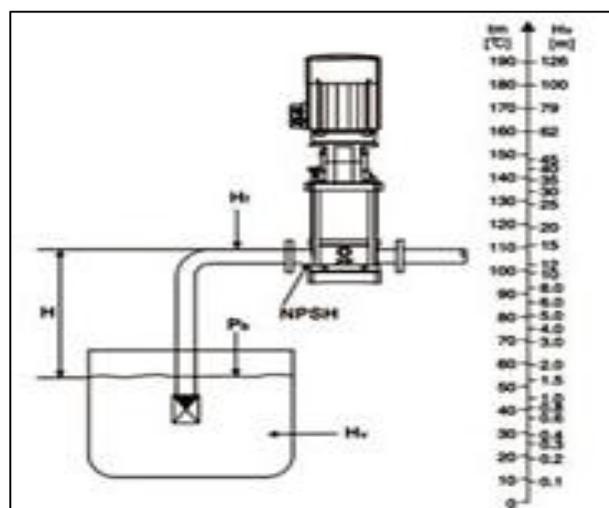


Figura 3. Bomba centrífuga Horizontal

b) Bomba Centrifuga vertical

Esta bomba es un equipo que se sujeta por un eje de transmisión en modo vertical en el que se sostiene a una determinada cifra de impulsores que incrementan el fluido por etapas.

Se construyen de pequeños diámetros, con la finalidad de obtener perforaciones en los pozos, dado que demandan pequeños diámetros que deducen el precio. Además, tienes como ventaja principal su volubilidad y su amplitud para operar en una extensa categoría de aceleración. Su gran desventaja es la estricta verticalidad en pozos y ruidosas para su instalación. (DE LAS HERAS, 2011)

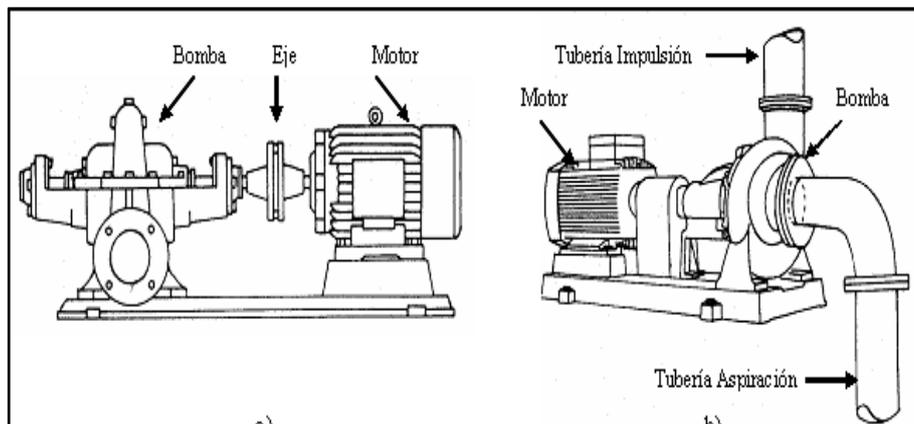


Figura 4. Bomba Centrifuga Vertical

c) Bomba sumergibles

Este tipo de equipos disponen del motor acoplado con la bomba en forma comprimida, por la cual ambos operan inmersos en el sitio de perfección, figura 4; se utilizan prácticamente en excavaciones muy profundas, teniendo mejoría en el uso de bombas de eje vertical. El obstáculo de esta bomba es que posee competencia más o menos baja, de manera que, su importe alcanza ser relativamente bajo, pero el consumo de operación de la energía es muy elevado. (NORA VARGAS, 2016)

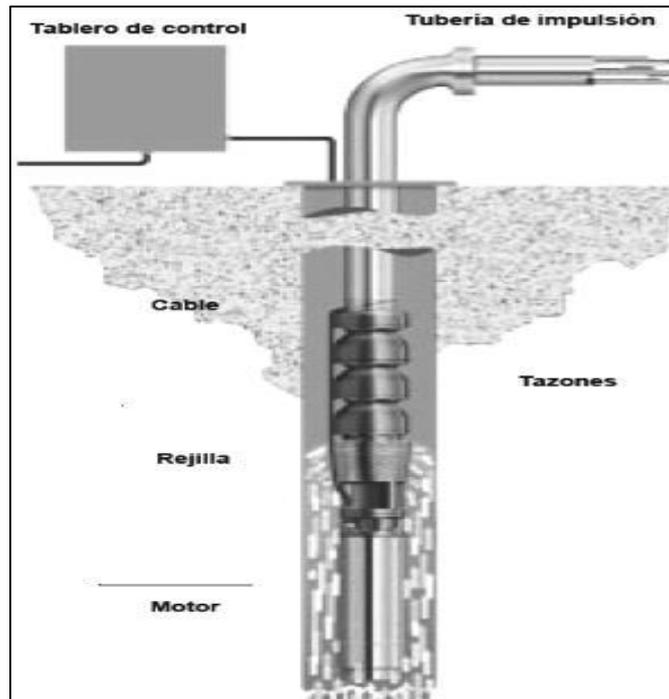


Figura 5. Bomba sumergibles

7. SISTEMAS DE BOMBEO

Es un grupo de elementos (Tuberías, recipientes, válvulas, medidores, codos, etc.) que facilitan el transporte a través de tuberías y almacenamiento provisional de fluidos, de tal forma que cumplan las especificaciones de caudal con la presión necesaria en los diversos sistemas y progresos. (Llano Gómez, 2014, pág. 1)

7.1. Caudal

Cálculo del exceso de fluido que recorre por medio de una agrupación de tuberías, por lo cual está formado por medio de una red o un circuito, la cual es fundamental de tal forma que resolverá las necesidades de fuerza, la cual el fluido circula por ellas en un tiempo establecido del proyecto. (Llano Gómez, 2014)

$$Q = V \times A \dots \dots \dots Ec. (1)$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal}(\text{m}^3/\text{s})$$

$V = \text{Velocidad}$

$A = \text{Área de sección transversal de la tubería (m}^2\text{)}$

7.2. Velocidad de succión

Parámetro o índice de diseño hidráulico. (Moreno Marín, 2012)

$$V_s = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots \text{Ec. (2)}$$

Donde:

$V_s = \text{Velocidad de succión (m/s)}$

$Q = \text{Caudal (m}^3\text{/s)}$

$A = \text{Área de sección transversal de la tubería (m}^2\text{)}$

7.3. Cálculo de pérdida de carga. Ecuación de Darcy

Según Darcy – Weisbasch dice que esta es la fórmula fundamental que se usa comúnmente para especificar las pérdidas con respecto a la fricción de la dimensión de las tuberías. (L. Martin, 2011)

$$h_f = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^2}{2g} \right) \dots \dots \dots \text{Ec. (3)}$$

Donde:

$h_f = \text{Pérdidas de carga por fricción (m)}$

$f = \text{Coeficiente de fricción}$

$L = \text{Longitud de la tubería (m)}$

$D = \text{Diámetro interior de la tubería (m)}$

$V = \text{Velocidad del flujo (m/s)}$

$g = \text{Gravedad (9,81 m/s}^2\text{)}$

7.4. Cálculo de pérdidas menores

Es cuando existe una alteración en las pérdidas de en la sección cruzada de la trayectoria por la cual son proporcionales a la carga del flujo, o en el momento en que el desplazamiento del flujo se localiza obstaculizado,

de la manera que ocurra con la válvula. Por lo cual los presagios teóricos del volumen de estas pérdidas son dificultosos y, por consiguiente, habitualmente se usan los datos experimentales. (Godoy Ortiz, 2016)

$$h_m = \sum K \left(\frac{V^2}{2g} \right) \dots \dots \dots Ec. (4)$$

Donde:

$h_m =$ Pérdidas menores (m)

$K =$ Coeficiente de resistencia (adimensional)

$V =$ Velocidad promedio del flujo del tubo, ocurre la pérdida (m/s)

$g =$ Gravedad (9,81 m/s²)

7.5. Número de Reynolds

Es la conexión existente de fuerzas de inmovilidad a fuerzas glutinosas, de tal forma que su parámetro es adecuado con el fin de predecir si la calidad de flujo será laminar o turbulento. (Gaviria Navarro, 2015)

$$Re_D = \frac{\rho V D}{\mu} \dots \dots \dots Ec. (5)$$

Donde:

$\rho =$ Densidad del fluido (kg/m³)

$V =$ Velocidad del flujo

$D =$ Dimensión lineal característica
(longitud recorrida del fluido)

$\mu =$ Viscosidad Dinámica (Pa.S)

7.6. Altura dinámica o Carga de trabajo de la bomba

Para poder determinar la altura dinámica de nuestra bomba, emplearemos la siguiente fórmula. (Godoy Ortiz, 2016)

$$H_B = \frac{P_t - P_s}{\rho g} + \frac{\alpha_t v_t^2}{2g} + Z_t - Z_s + H_{perd} \dots \dots \dots Ec. (6)$$

ejecutar motores AC o con la intención de poder ampliar la vida media habitual en sistemas de motores DC que mueven, las bombas de una translación positivo. Además, deber estar el sistema adecuadamente instalado y protegido, empleando sensores de calidad en el pozo y en el tanque de aglomeración con el objetivo de evitar el exceso de fluido y la acción en vacío. Así que se colocan las bombas de extensión o flotante, La estructura más usual en un sistema motobomba sumergible instalada en un pozo de medición. (Llano Gómez, 2014)

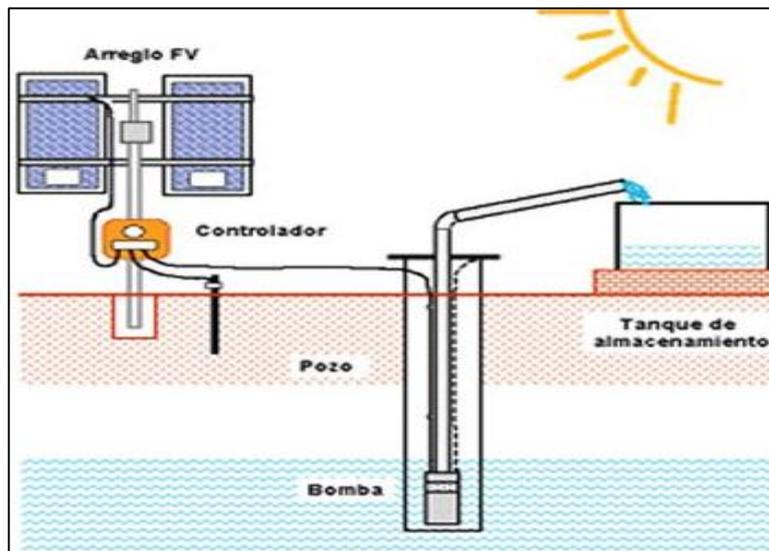


Figura 6. Sistema de bombeo fotovoltaico

Consumo Energético Teórico

Es el proceso de calcular y dimensionar el sistema fotovoltaico, la cual se empleará desde un punto de partida para obtener la energía que se requiere para el montaje en función que las cargas que se van alimentar el rendimiento global del sistema fotovoltaico. (Serrano, 2016)

$$E = \frac{E_T}{R} \dots \dots \dots Ec. (8)$$

Donde:

R: Rendimiento global

E_T: Energía teórica

E: Energía

8.1. Parámetro de rendimiento global de la instalación (R)

Las pérdidas que tienen las baterías se encuentran asociadas con una serie de coeficientes, las cuales son consideradas como parámetros de diseño. (Godoy Ortiz, 2016)

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - K_a \times \frac{N}{P_d}\right) \dots \dots \dots Ec. (9)$$

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

Donde:

K_b: Coeficiente de pérdidas por rendimiento de las baterías

K_a: Coeficiente de pérdidas por autodescargas diarias de las baterías

K_c: Coeficiente de pérdidas por rendimiento del inversor

K_v: Coeficiente de pérdidas varias

N: Número de días

P_d: Profundidad de descarga

8.2. Banco de baterías (A-H)

Como bien se conoce que es un conjunto de baterías que se encuentran enlazadas entre sí en serie y en paralelo, la cual se almacena la energía reservada con la finalidad de proveer electricidad en momentos en que otras fuentes de energía primarias dejan de funcionar o no están disponibles. (Serrano, 2016)

$$C = \frac{E \times N}{V \times P_d} (A - h) \dots \dots \dots Ec. (10)$$

Donde:

E = Energía

N = Número de Días

P_d : Profundidad de descarga

V = Voltaje de baterías

8.3. Número de paneles solares

Con el fin de obtener el número de módulos FV se desarrollará de la siguiente manera:

$$N_p = \frac{E}{0,9 \times W_p \times HPS} \dots \dots \dots Ec. (11)$$

Donde:

N_p : Número de paneles

E : Energía Teórica

W_p : Potencia del Panel

HPS : Horas Sol Pico

8.4. Ley de Ohm

Esta ley de ohm es utilizada por los electricistas para calcular circuitos, para verificar que conductores se emplearan en una instalación, al igual que se verá qué tipo de fusibles se usara para proteger las instalaciones, como también los tomacorrientes y demás elementos que se emplearan en dicha instalación. (Mora, 2012).

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{V}{R} \dots \dots \dots Ec. (12)$$

Donde:

I : Intensidad máxima (A)

U : Tensión (V)

R : Resistencia (Ω)

8.5. Distancia mínima entre filas de módulos o de captadores

La radiación de los módulos y los captadores dependen del ángulo que se forman con una superficie horizontal. Además, las propias filas de

los módulos y captadores también son sombras, por lo cual si no existe una separación adecuada entre ellas. (Serrano, 2016)

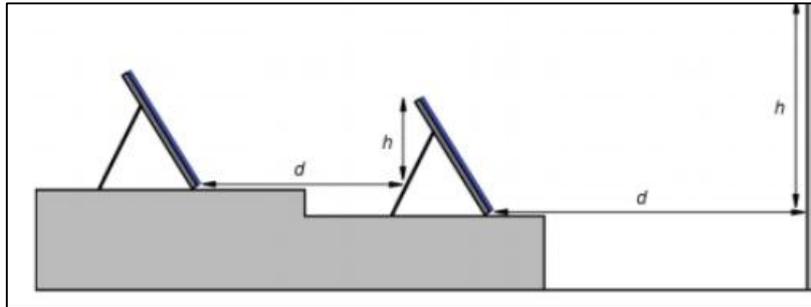


Figura 7. Separación entre filas y entre filas y objetos.

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud}(\phi))} \dots \dots \dots \text{Ec. (13)}$$

Donde:

d: Distancia mínima que debe existir entre las dos filas

φ: Latitud del lugar

h: Altura de la parte alta de una fila y la parte baja.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El estudio que se realizó para esta investigación, es de tipo **aplicada**, según (RIOS RAMOS, 2015) en la cual explica. “Son investigaciones que se basan en el estudio de una problemática específica o particularmente, para contribuir con el desarrollo del conocimiento tecnológico”, por esta razón la presente investigación es aplicada debido a que se utilizara una metodología y conocimientos de la mecánica de fluidos y paneles fotovoltaicos para evaluar la extracción de agua en determinada ciudadela.

El estudio es de diseño **Descriptivo de tipo transversal**, según (MARTÍNEZ LÓPEZ, 2001) expresa que, ” Son la primera base de investigación sobre un fenómeno, donde se analiza la correlación de la variable independiente sobre la variable dependiente que para nuestro caso se determinara la correlación entre el caudal bombeado y volumen de agua requerido para la ciudadela Muchick.

3.2 Variable y Operacionalización

Variable independiente

Volumen de agua requerido para la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad.

Variable dependiente

Diseño de sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaico.

Tabla I. Operacionalización de Variables

Variable	Tipo	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Volumen de agua requerida para la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad.	Variable independiente.	Se refiere al volumen de agua que el sistema de bombeo suministra frente a una demanda insatisfecha. Caudal: cantidad de fluido que rota a través del ducto (tubería, cañería, rio, etc.) por unidad de tiempo. (CASTRO GIL, C., & NARANJO, 1997)	Volumen que consumirán los habitantes de actuales y proyectados de la ciudadela Muchick.	✓ Volumen de agua almacenar se medirá en m^3	Razón
				✓ Tiempo promedio de consumo de volumen de agua requerido.	
Diseño de sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos.	Variable dependiente	Especificaciones técnicas de un sistema de impulsión de líquido con suministro de energía eléctrica obtenido por radiación solar. (Elaboración propia)	Dimensiones y características de operación de un sistema de impulsión de agua accionado por energía fotovoltaica.	✓ La altura y Potencia de la bomba se medirá en metros y watts.	Razón
				✓ Los paneles fotovoltaicos se medirá en watts , amperios y voltios	Razón
				✓ Las dimensiones del sistema de tuberías se medirá en metros.	Razón

Fuente: Elaborado por autores

3.3 Población muestra, muestreo

a. Población

Sistemas de bombeo para la extracción de agua de un pozo tubular en la Ciudadela Muchick – Pacasmayo – La Libertad.

b. Muestra

Sistemas de bombeo fotovoltaico para un tanque elevado en la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad.

c. Muestreo

No probabilístico, intencionado, porque los investigadores lo eligieron.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla II. Técnicas e instrumentos de la investigación.

Técnicas	Instrumentos
Observación	Guía de observación
Entrevista	Cuestionario
Análisis documental	Ficha de registro

Fuente: Elaborado por autores.

En la técnica de observación se aplicará para tomar lectura de variables de fluidodinámicas como caudal, presión, temperatura, densidad del agua a extraer, así como la presión, el caudal de operación, volumen de agua almacenar y distancia hacia el tanque elevado anotando todos estos valores en la ficha de observación.

La técnica de la entrevista se utilizará para recopilar información de la cantidad necesaria de agua a extraer, así como la proyección de demanda de agua futura en la ciudadela Muchick, aplicando un cuestionario validado adecuadamente.

La técnica de análisis documental se utilizará para dimensionar el sistema de suministro de energía eléctrica por radiación solar consistente en paneles fotovoltaicos con una potencia eléctrica suficiente para accionar la bomba.

Validez y confiabilidad

La autenticidad de los resultados a obtener se fundamenta en la aplicación en los principios fluidodinámicas y de las maquinas hidráulicas, los cuales permiten obtener valores de los indicadores.

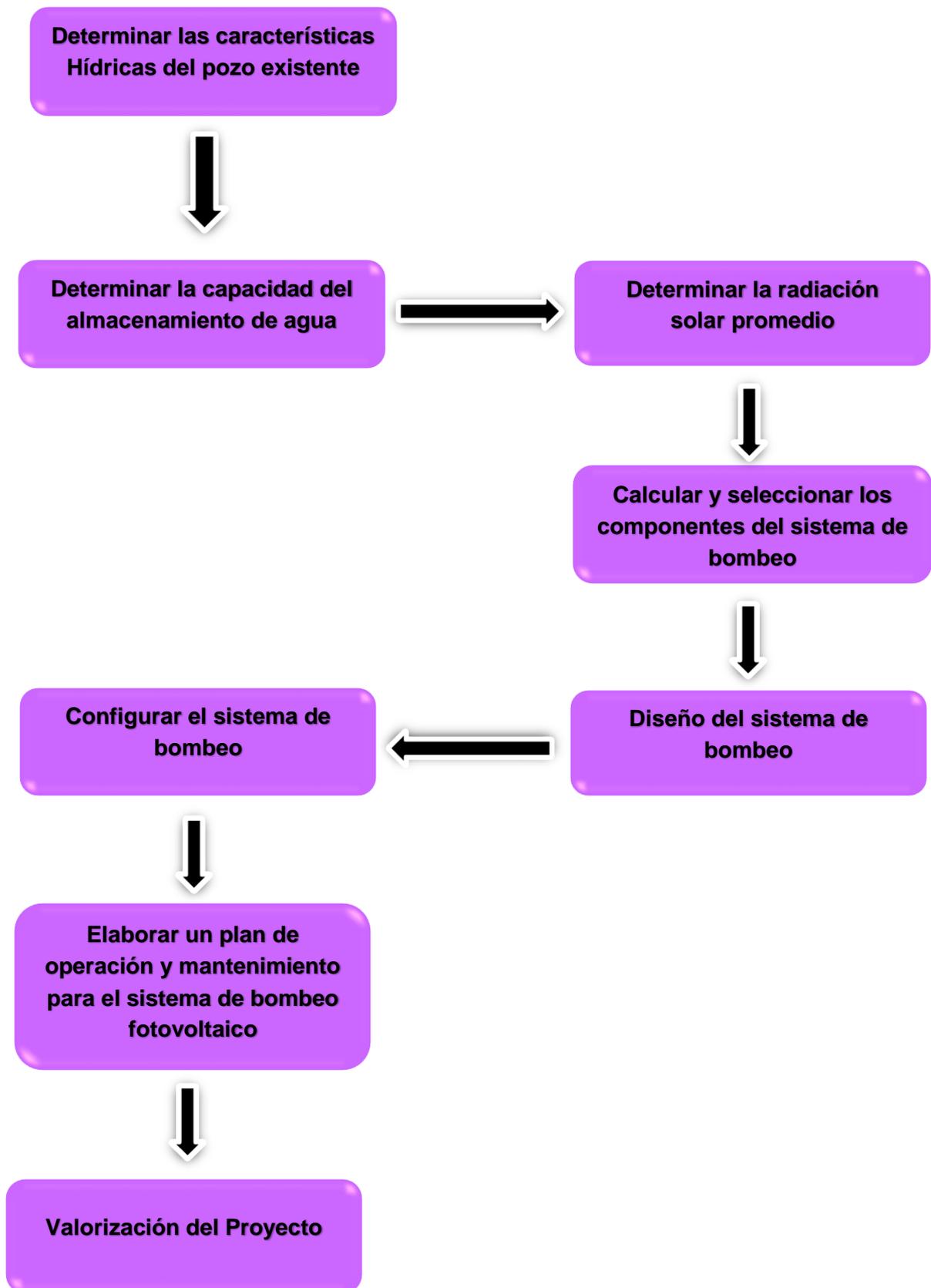
La confiabilidad de los valores obtenidos se garantiza en la calibrada adecuada y certificada de los instrumentos de medición cuya precisión e incertidumbre serán las mínimas aceptables.

3.5 Procedimientos

En la presente investigación se realizará lo siguientes procedimientos para lograr alcanzar los objetivos los cuales se detallan a continuación:

- a) En el pozo tubular existente se tomará medición de las profundidades del agua, diámetro del pozo, altura estática y dinámica utilizando cinta métrica.
- b) Mediante encuestas y entrevista se tomarán datos de consumo de agua de las viviendas de la ciudadela cuyos datos obtenidos se recopilará en hojas de registros para luego obtener valores promedio de los mismos.
- c) Utilizando un solarímetro se tomarán datos de la intensidad de la irradiación solar en diferentes lugares de la ciudadela a diferentes horas del día para luego procesar esta información y obtener valores promedio necesarios para dimensionar los paneles fotovoltaicos.
- d) Con los datos de consumo de agua y del potencial hídrico del pozo tubular se propondrá el sistema de tuberías que alimentará al tanque elevado con la correspondiente selección del sistema de bombeo consistente en la bomba, motor eléctrico, tuberías de succión e impulsión, válvulas y demás accesorios.
- e) Para validar el suministro de agua desde la extracción hasta la descarga en el tanque elevado se procederá a realizar un modelamiento en software CAD.
- f) Para la configuración del sistema de bombeo se utilizará los siguientes elementos: paneles, tuberías, baterías, controlador, bomba, codos, conductores, bornes, llave termomagnético, tablero de distribución y un recipiente de almacenamiento.

- g) Para garantizar un funcionamiento permanente del sistema de bombeo propuesto se realizará un plan de operación y mantenimiento básico de los componentes mecánicos y eléctricos seleccionados.
- h) Con las especificaciones técnicas obtenidas se solicitarán cotizaciones o proformas de proveedores nacionales para determinar la valorización del sistema diseñado y permita a los pobladores de la ciudadela tomar decisiones de inversión.



3.6 Método de análisis de datos

Cada uno de los datos extraídos se calculará o medirá las diferentes condiciones de radiación y de consumo de agua será procesado en hoja de cálculos o software estadístico para obtener valores promedios con su respectiva varianza y así poder validar la hipótesis planteada. De igual manera los datos obtenidos de las simulaciones realizadas usando software CAD CAE para diferentes caudales de operación serán tabulados y graficados obteniendo valores promedio de cada una de las simulaciones.

3.7 Aspectos éticos

Toda las técnicas e instrumentos y procedimientos a realizar en esta investigación serán utilizadas por los autores quienes asumen cualquier responsabilidad que los involucre ante un plagio o manipulación intencionada de los datos obtenidos y la información vertida con los pobladores de la ciudadela.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar las características hídricas del pozo existente.

La ciudadela Muchick - Pacasmayo se encuentra ubicada en el departamento La Libertad, por la cual tienen como necesidad del recurso hídrico, ya que los pobladores se vienen abasteciendo de un pozo tubular, cuya ubicación se visualizarán en el Anexo N°1:

Tabla III. Coordenadas de la ubicación del pozo.

COORDENADAS	
Latitud	-7°, 27', 2"
Longitud	-79°, 34', 17"
Altitud	12 m.s.n.m
Zona Horaria	-5

Fuente: Elaborado por autores.

Para la verificación de las características del pozo existente se obtuvieron medidas que se puede apreciar en el Anexo N°2.

Tabla IV. Resumen de las medidas del pozo

CARACTERISTICAS DEL POZO		
N°	Descripción	Valor de medida (mts)
1	Diámetro del pozo	D. Exterior de la tapa 1.18 mts
		D. Interior 0.90 mts
2	Profundidad del pozo	15 mts

Fuente: Elaborado por autores.

En la **Tabla IV** se aprecia las características del pozo, los cuales servían para obtener el volumen requerido de agua:

Tabla V. Resultados de las características del pozo.

VOLUMEN DEL POZO TUBULAR	
m³	Lts
6.1708	6170.8

Fuente: Elaborado por autores.

Con los datos obtenidos se obtuvo el volumen del pozo tubular es de 6.1708 m³ o que equivale a 6170.8 Lts.

El pozo fue construido hace aproximadamente 12 años, considerando como materiales de sus paredes interiores mezcla de concreto fuerte lo cuales han mantenido al pozo en un estado aceptable de sus paredes. Ya que adicionalmente se protege con aditivos especiales como: SIKA Aditivo liquido impermeabilizante para morteros y concreto.

4.2. Determinar la capacidad de almacenamiento del agua.

En la ciudadela Muchick tiene como necesidad la demanda del recurso hídrico, por la cual se ha seleccionado 50 viviendas para la toma de datos, quienes serían los más beneficiarios del abastecimiento del recurso hídrico, además, los pobladores tomaron como referencia un balde de 20 Lts para abastecerse, usándolo como instrumento de medición. En donde se podrá visualizar todos los resultados de las encuestas ver anexo N°5.

Tabla VI. Resultados obtenidos de las encuestas.

Número de familias	Total, de consumo por lote m³ / Día	Total, de consumo Lts / Día
4	0.11	110
5	0.10	100
2	0.04	40
4	0.08	80
5	0.10	100
5	0.10	100

4	0.08	80
5	0.10	100
4	0.09	90
3	0.07	70
4	0.09	90
3	0.08	80
4	0.09	90
4	0.09	90
4	0.06	60
2	0.03	30
3	0.08	80
2	0.02	20
5	0.08	80
3	0.08	80
2	0.02	20
4	0.06	60
3	0.06	60
4	0.10	100
2	0.05	50
3	0.06	60
3	0.05	50
2	0.03	30
5	0.08	80
6	0.18	180
4	0.06	60
3	0.08	80
4	0.08	80
3	0.05	50
4	0.09	90
4	0.10	100
3	0.06	60
4	0.09	90
9	0.18	180
5	0.07	70

5	0.08	80
4	0.09	90
6	0.20	200
5	0.15	150
4	0.08	80
5	0.09	90
4	0.08	80
6	0.09	90
5	0.10	100
6	0.15	150
202	4.23	4230

Fuente: Elaborado por autores.

En la **Tabla VI** se muestra la cantidad de personas que está conformada cada vivienda, la cual se ha obtenido el consumo de agua de los 202 pobladores.

Tabla VII. Resultados del consumo diario de los habitantes.

Total de habitantes	Consumo total de los habitantes Lts / Día	Consumo por persona Lts / Día
202	4230	20.94

Fuente: Elaborado por autores.

Con los datos obtenidos en la **Tabla VII**, se aprecia el consumo de agua por día de cada persona, según como estima la Organización de fondo de las Naciones Unidas de la Infancia y la Organización de la Salud, se promedia que cada persona debe consumir como mínimo 20 litros y como máximo 50 litros de agua por día. Como resultado total del consumo de agua se obtuvo 4230 litros.

Tabla VIII. Características específicas del tanque.

Tanque Rotoplas			Tanque Eternit		
Capacidad	Diámetro	Altura	Capacidad	Diámetro	Altura
450 L	0.85 m	0.99 m	300 L	0.81 m	0.73 m
600 L	0.97 m	1.12 m	500 L	0.87 m	1.05m
750 L	1.10 m	1.02 m	750 L	1.07 m	1.02 m
1100 L	1.30 m	1.40 m	850 L	1.07 m	1.13 m
1200 L	1.40 m	0.93 m	1000 L	1.05 m	1.37 m
2500 L	1.55 m	1.60 m	2500 L	1.52 m	1.65 m
2800 L	1.86 m	1.18 m	2800 L	1.94 m	1.68 m
5000 L	2.38 m	1.33 m	5000 L	1.8 m	2.2 m

Fuente: Elaborado por autores

Según la cantidad especificada del consumo diario de los pobladores no se especifica una medida que este estandarizada de algún catálogo de cisternas de agua, por lo cual en la **Tabla VIII** se observa las características de los diferentes tanques de almacenamiento, en la cual se pasara a seleccionar el tanque de 5000 L, un diámetro de 1.8 m y una altura de 2.2 m de la marca ETERNIT.

4.3. Determinar la irradiación solar promedio en la ciudadela Muchick – Pacasmayo.

Se utilizó un solarímetro como instrumento de medición para tomar las medidas adecuadas en la ciudadela Muchick – Pacasmayo durante el mes de octubre, en la cual se proyectará en un cuadro los resultados que se obtuvo por día la irradiación solar:

Tabla IX. Resultados de las mediciones obtenidas de la irradiación solar.

Hora	Promedio (w/m^2)	Promedio (Kwh/m^2)
8:00	5041	5.041
9:00	7949	7.949
10:00	20989	20.989

11:00	26470	26.47
12:00	27901	27.901
13:00	26165	26.165
14:00	22858	22.858
15:00	16449	16.449
16:00	12101	12.101
17:00	6248	6.248
18:00	1140	1.14

Fuente: Elaborado por autores.

En la figura 7 se mostrará los niveles de la irradiación solar de la ciudadela Muchick, con las mediciones se obtuvo un promedio total en donde se conocerá el valor mínimo y máximo de la irradiación solar.

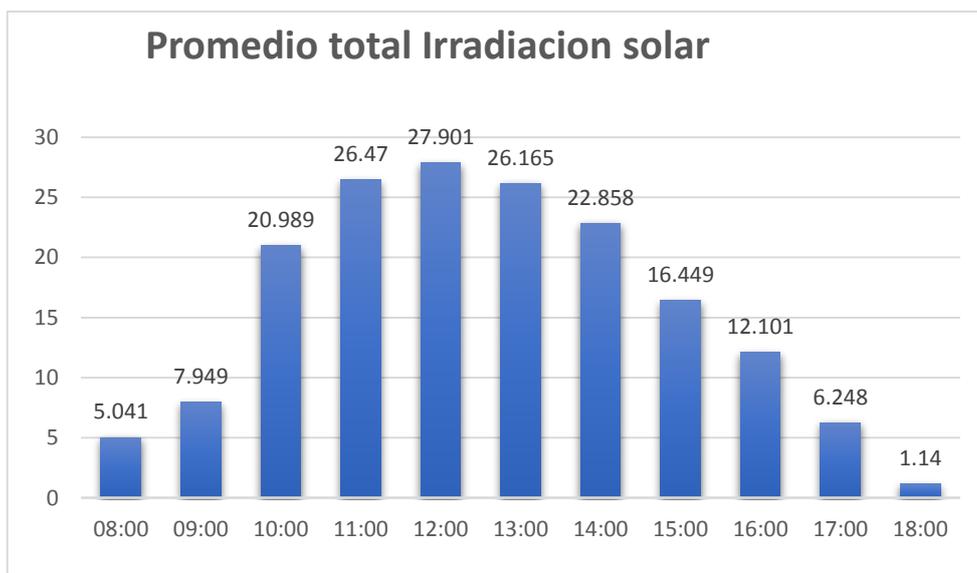


Figura 7. Promedio total de la Irradiación.

Asimismo, se obtuvo un promedio de 5.59 (Kwh/m^2) la cual fue tomada con el solarímetro en diferentes alrededores del pozo, además, se comprobó dicho promedio con el software RETScreen estudiantil. Ver anexo N°8.

Tabla X. Resultados de las mediciones obtenidas de la irradiación solar.

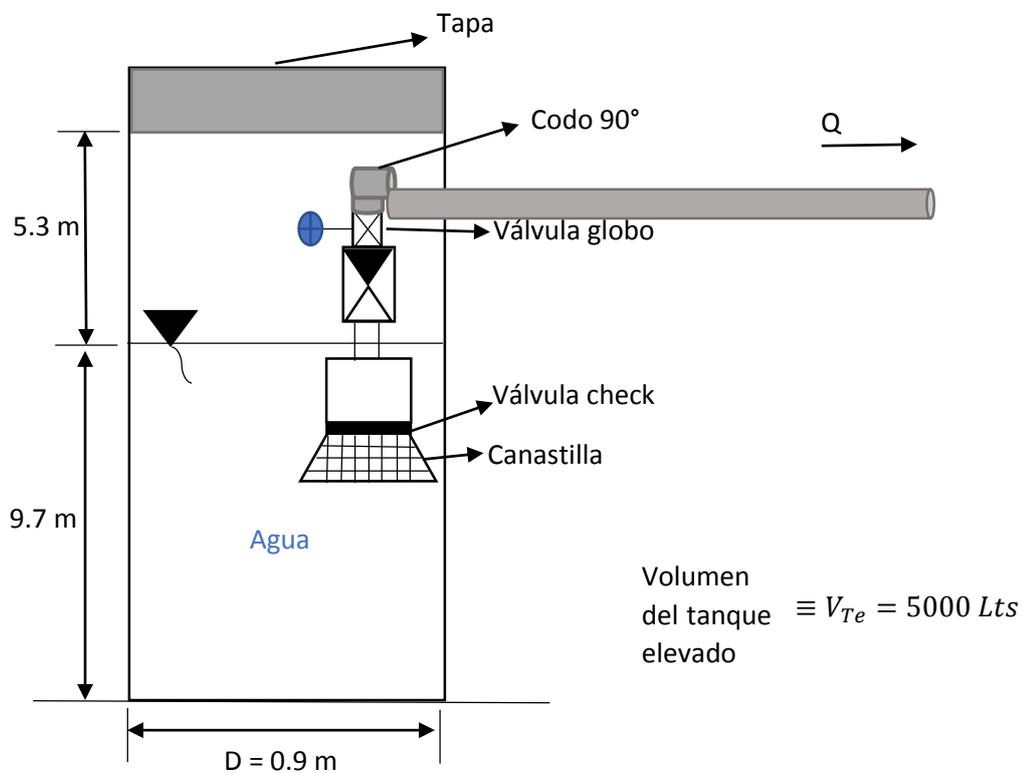
Comparación de Datos de la irradiación solar	
RETScreen 8.1 <i>Kwh/m²</i>	<i>Solarímetro</i> <i>Kwh/m²</i>
5.63	5.59

Fuente: Elaborado por autores.

4.4. Calcular y seleccionar los componentes del sistema de bombeo.

A. Calculo de pérdidas de cargas en tuberías:

1. Línea de succión:



Para la succión se considera solamente pérdidas menores por tener una bomba sumergible, sin conducto de succión.

Considerando del estudio del consumo de agua por la población del centro poblado, se obtuvo un caudal promedio de 1.31 Lt/h.

Para instalaciones de suministro y distribución de agua potable:

- **Succión:** 0.6 a 2.2 m/s.

- **Impulsión:** 2.4 a 7.5 m/s.
- **Por gravedad para suministro:** 0.15 a 0.3 m/s.

Considerando al tanque elevado llenado con 5000Lts, a un 85% de su capacidad máxima y este tanque debe llenarse en horas de madrugada diariamente, se tomaría como referencia un tiempo mínimo y máximo de llenado de 1 hora y máximo de 4 horas con lo cual tenemos:

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{5000}{1} = 5000 \text{ Lt/h}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 5,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{min} = \frac{5000}{4} = 1250 \text{ Lt/h}$$

$$Q_{min} = 1,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calculamos las perdidas menores considerando una velocidad de succión promedio de 1,6 m/s y de impulsión de 4,5 m/s.

Sabemos que:

$$Q = V \cdot A ; A = \frac{\pi D^2}{4} \dots \dots \dots Ec. (1)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 5.0\text{m}^3/\text{h} = 1.39 \text{ Lt/s} = 1.4 \text{ Lt/s}$$

$$V = 1.6 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{V} = \frac{5}{1.6}$$

$$A = 8.6806 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$D = \left(\frac{4(8.6806 \times 10^{-4})}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D = 0.03315 \text{ m} = 33.15\text{mm}$$

Considerando tubo cedula 40, clase 5.75 psi (5bar) de PVC – V – NTP 399.002, ver (Anexo N°9).

- $D_{Ext} = 2 \text{ pulg} = 60 \text{ mm}$
- $D_{Int} = 56.4 \text{ mm}$
- $Espesor = 1.8 \text{ mm}$
- $Peso = 2.359 \text{ kg/tubo}$

Debido al ajuste del diámetro de la tubería, la velocidad real de succión es:

$$V_s = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots Ec. (2)$$

$$V_s = \frac{1.39 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.0564)^2}$$

$$V_s = 0.556 \text{ m/s}$$

Como $V_s = 0.556 \text{ m/s}$, entonces elegimos otra tubería de menor diámetro, de tabla: Norma NTP 399.022, clase 10, 150psi (bar).ver (anexo 9).

- $D_{Ext} = 1 \text{ pulg} = 33 \text{ mm}$
- $D_{Int} = 29.4 \text{ mm}$
- $Espesor = 1.8 \text{ mm}$
- $Peso = 1.363 \text{ kg/tubo}$

Para el caudal de $5 \text{ m}^3/\text{h} = 1.4 \text{ Lt/s}$, y $D_{ext} = 1 \text{ pulg}$, tenemos:

$$V_s = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots Ec. (2)$$

$$V_s = \frac{1.39 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.0294)^2}$$

$$V_s = 2.05 \text{ m/s (Esta dentro del rango)}$$

2. Calculo de perdidas menores:

$$hm = \sum K \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots Ec. (4)$$

- Canastilla: $K = 0.8$
- Válvula Check DN1 pulg: $K = 2.0$

$$hm = (0.8 + 2.0) \left(\frac{(2.05)^2}{2 \times 9.81} \right)$$

$$hm = 0.89 \text{ m}$$

B. Línea de Impulsión

1. Accesorios:

- Válvula globo: #2.... K=10
- Codos 90°: #4.....K=0.3

$$\frac{Q}{V_i} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{1.39 \times 10^{-3}}{4.5} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D_i = 0.01983 \text{ m} = 19.83 \text{ mm}$$

$$\therefore D_i = 22.9 \text{ mm (DN3/4)}$$

Para hallar la pérdida total, se usará la ecuación (4) y (3)

$$h_{perd} = \sum K \frac{v^2}{2g} + \sum f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots \text{Ec. (4) y (3)}$$

$$h_{perd} = (2 \times 2 + 4 \times 0.3) \left(\frac{3.37^2}{2 \times 9.81} \right) + f \left(\frac{10}{0.0229} \right) \left(\frac{3.57^2}{2 \times 9.81} \right)$$

Para:

$$- D_i = 22.9 \text{ mm}$$

$$- Q = 1.39 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_i = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (2)$$

$$V_i = \frac{1.39 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (0.0229)^2}$$

$$V_i = 3.37 \text{ m/s}$$

Obteniendo la V_i pasaremos a calcular el número de Reynolds:

$$R_e = \frac{\rho v D}{\mu} \dots \dots \dots \text{Ec. (5)}$$

$$R_e = \frac{998(3.37)(0.0229)}{1.003 \times 10^{-3}}$$

$$R_e = 7.68 \times 10^4$$

$$\epsilon = \frac{e}{D}$$

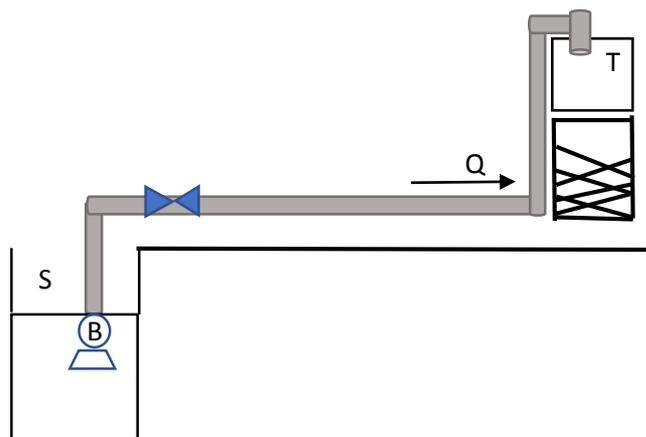
$$\epsilon = \frac{0.007}{22.9} = 0.000306$$

$$\therefore h_{perd} = 3.01 + 0.0205(252.77)$$

$$h_{perd} = 8.19 \text{ m}$$

C. Calculo de altura de la bomba:

De la ecuación de la energía aplicada a la instalación entre los puntos S y T:



Hipótesis:

- Flujo permanente
- Flujo turbulento : $\alpha_t = \alpha_s = 1$
- Nivel de pozo fijo : $Z_s = cte, V_s = 0$
- Flujo adiabático
- Niveles a $P_{atmosferica}$: $P_t = P_s = 0$
- Niveles desde el pozo: $Z_s = 9.4 \text{ m}$, $Z_t = 19.8 \text{ m}$

$$H_B = \frac{P_t - P_s}{\rho g} + \frac{\alpha_t V_t^2 - \alpha_s V_s^2}{2g} + Z_t - Z_s + H_{perd} \dots \dots \dots Ec. (6)$$

$$=0 \quad H_B = (19.8 - 9.7) + 0.89 + 8.19$$

$$H_B = 19.18 \text{ m con } Q = 1.39 \text{ Lts/s}$$

D. Selección de la bomba

Para este tipo de instalaciones de agua de pozo propuesto se recomienda utilizar bombas sumergibles de catálogo comerciales, donde seleccionamos la electrobomba sumergible de achique inoxidable con gran resistencia a la abrasión. Ver anexo N°10.

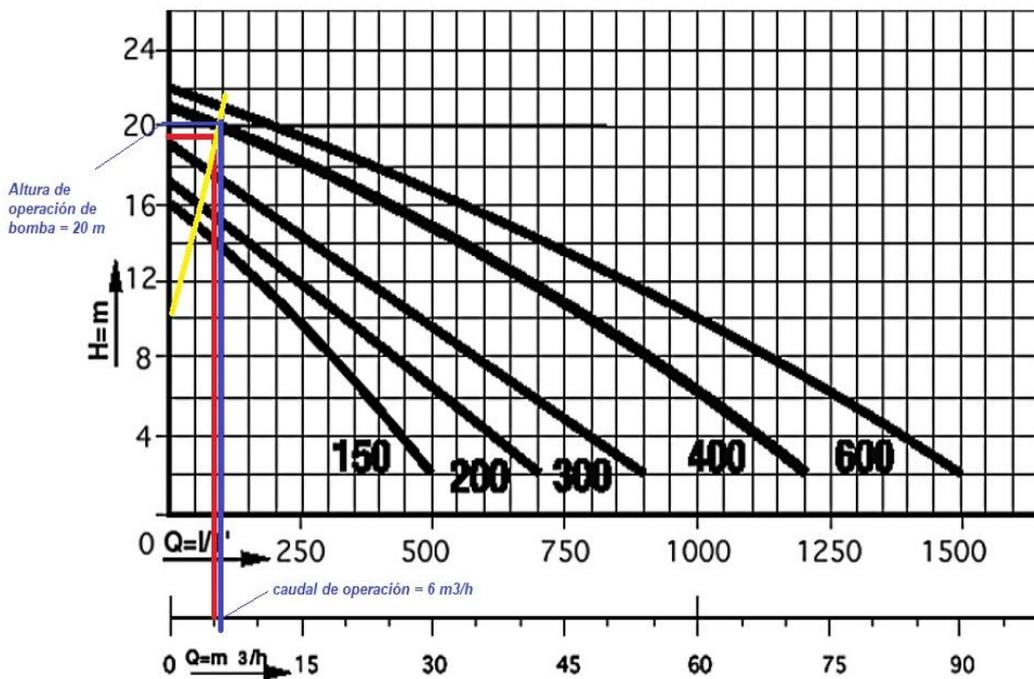


Figura 8. Curva característica de la bomba.

Marca: KONTRACT 400 – IP68, asíncrono

Pot Nom : 4 CV , n = 2850 rpm

DNM: 3 pulgadas

Diametro: 203 mm

Peso aprox: 38kg

Qoperacion: 6m³/h = 1.67 Lts/s

$$H_{operacion} = 20 \text{ mts.}$$

$$Pot_{teorica} = \rho g Q H_B \dots \dots \dots Ec. (7)$$

$$Pot_{teorica} = (1000)(9.81)(1.67 \times 10^{-3})(20)$$

$$Pot_{teorica} = 327.65 \text{ w} = 0.327 \text{ kw}$$

Para bombear el caudal deseado de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, la bomba necesita una potencia teórica de 327.65 w con suministro monofásico. Considerando un rendimiento mínimo del 60%, la potencia eléctrica a suministrar sería:

$$Pot_{acc} = \frac{327.65}{0.60}$$

$$Pot_{acc} = 546.08 \text{ w} \approx 3/4 \text{ Hp}$$

4.5. Diseño del sistema de bombeo

Con los datos obtenidos se procedió a la elaboración del diseño del sistema de bombeo en el software de Solidworks, por la cual el sistema consta de la geometría, donde se determina los componentes, medidas de las tuberías y el funcionamiento del sistema. Ver anexo 11.

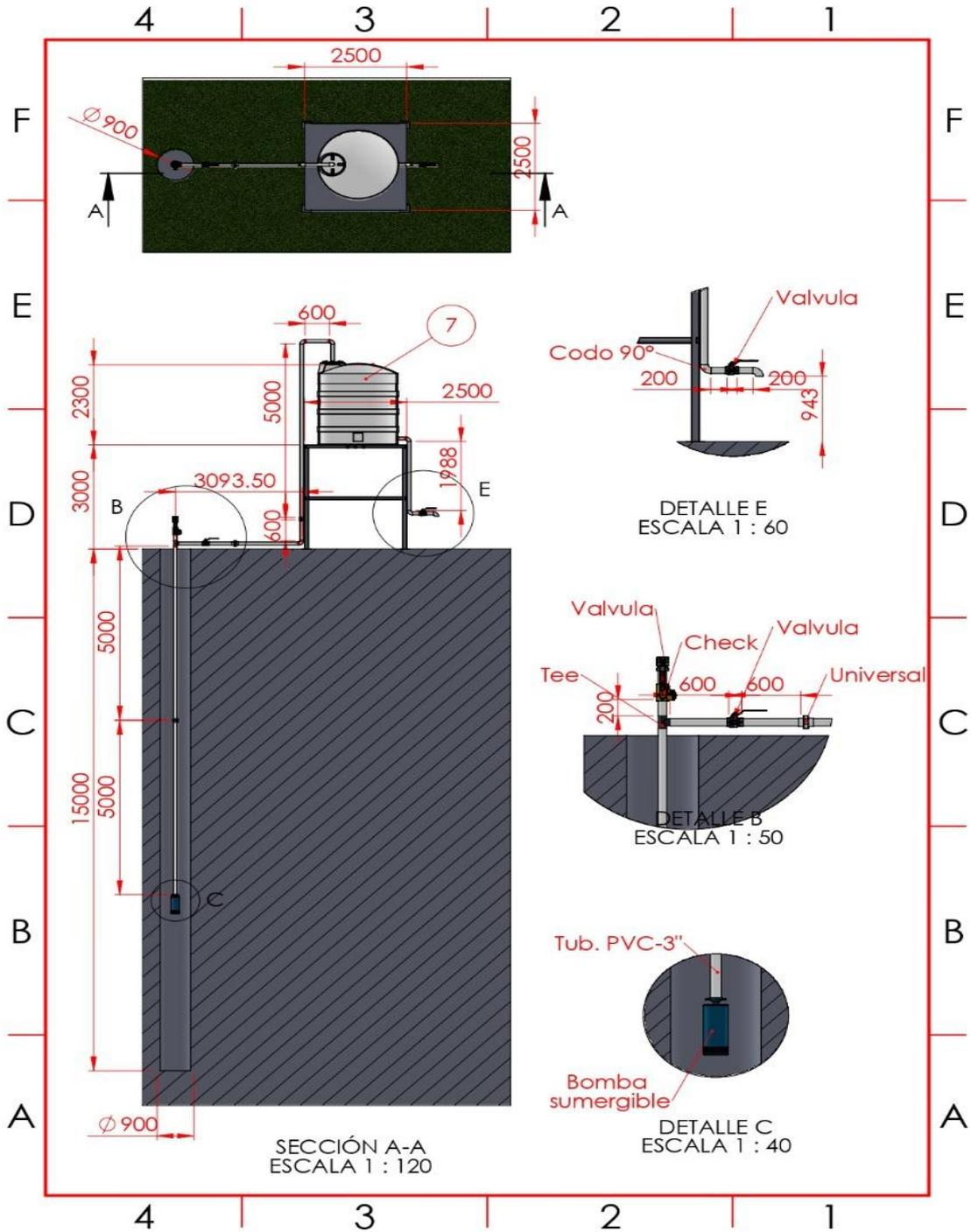


Figura 9. Curva característica de la bomba.

4.6. Configuración del sistema fotovoltaico

a) Consumo Energético total

Para el consumo energético se recopilará los cálculos, por la cual se seleccionarán los equipos adecuados para nuestro sistema fotovoltaico, en donde se expresa el consumo energético real (W-H).

$$E = \frac{E_T}{R} \dots \dots \dots (8)$$

Descomponiendo la formula (8) se obtendrá:

$$E_T = P_b \times H_d$$

$$E_T = 746 \times 4$$

$$E_T = 2984 (W - h)$$

Para determinar la pérdida de energía global se determina de la siguiente formula:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d} \right) \dots \dots \dots (9)$$

Donde los factores se establecen según el concepto de (Cantos Serrano).

$K_b = 0.05$ (Factor de perdidas en el conjunto de baterias y regulador).

$K_c = 0.05$ (Factor de perdidas del inversor).

$K_v = 0.1$ (Factor de perdidas varias).

$K_a = 0.005$ (Coeficiente de auto descarga diaria de las baterias).

$N = 3$ (Numero de dias de autonomia).

$P_d = 0.8$ (Profundidad de descarga de bateria).

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.1) \left(1 - \frac{0.005 \times 3}{0.8} \right)$$

$$R = 0.785$$

Entonces el consumo energético total sería:

$$E = \frac{2984}{0.785}$$

$$E = 3801.27(W - h)$$

b) Selección del banco de baterías

$$C = \frac{E \times N}{V \times P_d} \dots \dots \dots (10)$$

$$C = \frac{3801.27 \times 3}{12 \times 0.8}$$

$$C = 1187.89 (A - h)$$

Con el resultado obtenido de la selección del banco de baterías, se requiere para el almacenamiento de 1187.89 (A – h), donde usaremos una batería GEL Tensite (12v – 300Ah), la cual se usará 4 baterías, que dará como capacidad máxima de 1200 A – h. Ver Anexo 12.

c) Cálculo de la selección de los paneles fotovoltaicos

$$N_p = \frac{E}{0.9 \times W_p \times HPS} \dots \dots \dots (11)$$

$$N_p = \frac{3807.27}{0.9 \times 370 \times 5.59}$$

$$N_p = 2.05 \approx 4$$

Por lo tanto, se requiere de 4 paneles solares con una potencia de 370 W de la marca BAUER ENERGY. Ver Anexo 13.

d) Cálculo y selección del regulador de carga

Para calcular la máxima intensidad nominal de este producto se trabajará con la siguiente ecuación:

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p \dots \dots \dots (12)$$

$$I_{max} = 9.23 \times 4$$

$$I_{max} = 36.92$$

El regulador que trabajaremos tiene como máxima intensidad nominal de 36.92 Amp, por lo cual se seleccionará un controlador de 50 Amp PWM LCD de marca Must Solar. Ver Anexo 14.

e) Selección del inversor

El inversor que se requiere para la carga de alimentación de la bomba sumergible tiene una potencia de 0.746Kw (1HP), por esta razón se seleccionó el inversor de marca Victron Phoenix de 24v 1600VA, Ver Anexo15.

f) Dimensionamiento de los conductores

1. Calibre del conductor fotovoltaico al controlador

El conductor que se usará en el módulo del sistema solar fotovoltaico deberá resistir una tensión mayor a la de la corriente de cortocircuito que es de 9.23 Amp, por la cual su intensidad máxima es de 36.92 Amp. Debido a que se eligieron los conductores de $10mm^2$ de la marca INDECO (THW – 90 AWG). Ver Anexo16.

2. Calibre del conductor para el controlador de la batería

Lo mínimo que debe soportar este conductor es de 9.23 Amp, visto que estará entregando su amperaje a cada panel fotovoltaico siendo equilibrado por el regulador, por esta razón se optara por el conductor $10mm^2$ de la marca INDECO (THW – 90 AWG). Ver anexo 16.

3. Calibre del conductor de la batería hacia el inversor

El calibre que utilizará la bomba sumergible hacia el interruptor termomagnético deberá ser del mismo calibre, por la cual se seleccionó $10mm^2$ de la marca INDECO (THW – 90 AWG). Ver anexo 16.

g) Equipo de protección

1. Interruptor Termomagnético de 2x20 Amp

Conocida como llave térmica, la cual se usa para proteger los circuitos eléctricos contra los cortocircuitos y las sobrecargas. Ya que su celeridad de apertura y cierre de los contactos depende de la maniobra

de la alzaprima. Para esta investigación se seleccionó un interruptor termomagnético de la Marca TICINO.

2. Interruptor Diferencial de 2x25 Amp.

Este tipo de interruptor tiene como finalidad de resguardar la tensión de los suministros de los equipos y de poseer seguridad intrínseca, ya sea frente una fuga a tierra estaría asegurando su operatividad y eficacia.

h) Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico.

En el siguiente plano se observará el funcionamiento de los elementos que se instalarán en el diseño del sistema de bombeo fotovoltaico, el cual está formado por 4 paneles FV en serie, conductores (THW – 90, 10mm^2), un regulador de carga de 50 Amp, 4 baterías de 12v; por la cual se colocan en serie y para aumentar el voltaje, por lo cual se colocará un inversor que nos ayudará a convertir la corriente proporcionada por los paneles fotovoltaicos de DC a AC, de modo que se colara una llave diferencial de 25Amp y una térmica de 20Amp para el accionamiento de la bomba. Ver anexo N°17.

4.7. Plan de operación y mantenimiento del sistema de bombeo fotovoltaico

El diseñado que se tendrá en cuenta para sistema de bombeo FV se deberá tener en cuenta el siguiente paso o etapas:

- a) Asegurar que la línea de succión está sumergida en agua (cebado).
- b) Abrir las válvulas de regulación de succión e impulsión.
- c) Encendido de la bomba, accionando su llave termomagnético.
- d) Inspección o revisión a nivel de ruidos de los componentes del sistema.
- e) Accionamiento del banco de baterías.
- f) Limpieza y orientación adecuada del panel solar.
- g) Medición de voltaje y amperaje de las baterías.

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO						
PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS						
N°	DESCRIPCCION DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección visual.	X				
2	Pulcritud de los paneles FV.	X				
3	Control de características eléctricas.			X		
4	Termografía.			X		
BASE DE APOYO PARA LOS PANELES FOTOVOLTAICOS						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección de la base de apoyo.	X				
2	Prueba y ajuste de la conexión puesta a tierra.			X		
3	Limpieza a la base de apoyo.			X		
BANCO DE BATERIAS						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección visual.	X				
2	Limpieza de borneras.		X			
3	Medición de temperatura y densidad.		X			
4	Medición de amperaje y voltaje.		X			
PROTECCIÓN ELECTRICA DEL SISTEMA FV						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección visual.	X				
2	Verificar el funcionamiento del sistema.			X		
3	Revisar los cables eléctricos.			X		
MANTENIMIENTO DEL INVERSOR						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Control del filtro de aire.			X		
2	Limpieza y ajuste de borneras.	X				
3	Revisión de temperatura.			X		
4	Control de los sistemas de protección.			X		
5	Termografía en los empalmes.			X		
6	Observación en los componentes eléctricos.	X				
7	Limpieza del disipador de calor.			X		

8	Limpieza de rejilla del filtro de aire.			X		
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección del cable de puesta a tierra.	X				
2	Observación si presenta corrosión en la varilla.			X		
3	Toma de datos de voltaje y amperaje del cable de puesta a tierra.			X		

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA						
POZO TUBULAR						
N°	DESCRIPCCION DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Revisión de los niveles del líquido.	X				
2	Inspección de las paredes del pozo.		X			
3	Control de calidad del agua.	X				
4	Inspección de hermeticidad de la tapa.		X			
5	Limpieza de las paredes y base del pozo.			X		
LÍNEA DE SUCCIÓN						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección de válvula de pie.	X				
2	Inspección de válvula check.		X			
3	Inspección de válvula de regulación.		X			
4	Revisión de bridas de conexión.		X			
5	Inspección de tubería de succión.	X				
BOMBA SUMERGIBLE						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección de conexiones eléctricas.	X				
2	Inspección de sello mecánico.		X			
3	Inspección de impulsores por etapa.			X		
4	Inspección de carcasa.			X		
5	Inspección de bridas de conexión.		X			
TUBERIAS DE IMPULSION						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección de válvula de GLOBO.		X			
2	Inspección de válvula check.		X			
3	Inspección de válvula de regulación.		X			
4	REVISION DE BRIDAS DE CONEXIÓN.		X			
5	Inspección de tubería de IMPULSION.	X				
TANQUE ELEVADO						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A

1	Revisión del control del nivel del líquido.	X				
2	Inspección de las paredes del tanque.			X		
3	Inspección del filtro del tanque.	X				
4	Inspección de hermeticidad de la tapa.	X				
5	Limpieza de las paredes y base del tanque.			X		
SOPORTE DEL TANQUE						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1M	6M	1A	2A	5A
1	Inspección de barras o perfiles.	X				
2	Inspección de uniones soldadas.	X				
3	Lijado anticorrosivo.			X		
4	Pintado anticorrosivo.			X		

4.8. Valorización del sistema de bombeo fotovoltaico

De los componentes seleccionados, que se obtuvieron mediante los cálculos. Se buscaron cotizaciones de proveedores nacionales de los cuales mostramos sus precios cotizados a la fecha.

PRESUPUESTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO					
N°	COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	PANEL FOTOVOLTAICO 24V-370W	UND	4	S/.868.61	S/.3474.44
2	BATERIA 12V – 300 AH	UND	4	S/.1665.81	S/6663.24
3	INVERSOR 24V – 1600 VA	UND	1	S/.3908.75	S/.3908.75
4	REGULADOR DE CARGA (10 – 50 A)	UND	1	S/.233.11	S/.233.11
5	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X20 Amp	UND	1	S/.44.90	S/.44.90
6	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X25 Amp	UND	1	S/.192.00	S/.192.00
7	CALIBRE DEL CONDUCTOR THW-90 (10mm ²)	M	50	S/.110.00	S/.110.00
8	ESCRUCTURA DEL PANEL 0.992X1.956MX2.5M	M	1	S/.150.00	S/.150.00
9	TABLERO AUTOSOPORTADO 1.8X80X60M	M	1	S/.890.00	S/.890.00
TOTAL					S/.15666.44

PRESUPUESTO DEL SISTEMA DEL SUMINISTRO DE AGUA					
N°	COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	BOMBA SUMERGIBLE	UND	1	S/.1544.00	S/.1544.00
2	TANQUE DE AGUA DE 5000 LTS	UND	1	S/.2500.00	S/2500.00
3	BASE DEL TANQUE DE AGUA	UND	1	S/.1800.00	S/.1800.00
4	TUBO PVC DE 1" x 5 m SP	UND	1	S/.22.80	S/.22.80
5	TUBO PVC DE 2" x 5 m SP	UND	5	S/.71.20	S/.356.00
6	CODO PVC 2" x 90° SP	UND	3	S/.18.90	S/.56.70
7	CODO PVC 1" x 90° CR	UND	2	S/.7.90	S/.15.80
8	CAÑO DE 1/2"	UND	1	S/.55.90	S/.55.90
9	LLAVE DE PASO DE 2"	UND	1	S/.279.00	S/.279.00
10	VALVULA CHECK 2" BRONCE	UND	1	S/.79.90	S/.79.90
11	TEE DE 2" PVC	UND	1	S/.18.90	S/.18.90
12	PEGAMENTO PARA PVC	UND	2	S/.39.50	S/.79.00
TOTAL					S/.6808.00

PRESUPUESTO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO ACCIONADO POR PANELES FOTOVOLTAICOS		
N°	COMPONENTE	TOTAL
1	PRESUPUESTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.	S/.15666.44
2	MANO DE OBRA DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.	S/.3916.61
3	PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA.	S/.6808.00
4	MANO DE OBRA DEL SISTEMA DE SUMINSTRO DE AGUA.	S/.1702.00
5	MANTENIMIENTO GENERAL DEL DISEÑO PROPUESTO.	S/.2250.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO		S/.30343.05

V. DISCUSIÓN

- Tomando como referencia el estudio realizado por (HERNÁNDEZ BAUTISTA, 2019), sugiere que las características de los pozos tubulares estén establecidas por sus respectivas coordenadas, así como la altura y diámetro del pozo, al igual que el revestimiento de las paredes interiores. En base a esta afirmación en el presente estudio se pudo afirmar que la ubicación del pozo de la ciudadela Muchick se estableció mediante el software RETScreen 8.1, además se estableció sus parámetros como su altura 15 metros y el diámetro de 0.90 metros, asimismo con estas medidas se obtuvo el volumen de agua, de la misma manera que se muestra en la tabla V.
- De acuerdo a lo estudiado por (MANTILLA CERQUIN. H, 2020), en su respectiva tesis sugiere que con el estudio realizado sobre el requerimiento de agua que consumen los pobladores es de 820 Lts/día, la cual tomó como referencia a 16 lotes, donde afirma que el consumo de agua de cada persona es de 20 Lts/día como mínimo y el máximo es de 50 Lts/día, la cual lo confirma las organizaciones como: el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Lo cual es coherente con esta investigación que se realizó para solucionar la problemática de la ciudadela Muchick – Pacasmayo, debido a que existe un pozo que suministran el recurso hídrico y la cual está siendo explotado por los habitantes de forma artesanal desde que se fundó la ciudadela, su nivel estático se mantiene, por ello se establece en esta investigación de diseñar un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos con el fin de alimentar del recurso hídrico a la ciudadela. Por eso el consumo del recurso hídrico se determinó mediante una encuesta aplicada a 50 viviendas, la cual se obtuvo la demanda máxima de 200 L/día y la mínima de 20L/día, con la finalidad de obtener el volumen del tanque de almacenamiento es de 4230 litros.
- De los estudios realizados por (CHISCUL ESQUIVEZ, 2020), lo que sugiere es que con la toma de datos que se obtuvo con el solarímetro en un periodo de tiempo en la zona del Fundo la Quebrada en la cual se extrajo el valor

mínimo de la irradiación solar de 2.10 kwh/m², por la cual se determinó sus cálculos para obtener la selección de los equipos del proyecto. Por lo tanto, en base a la metodología del autor anteriormente mencionado, en esta investigación se tomaron las medidas de la irradiación solar de la ciudadela Muchick y se determinó un valor mínimo de 1.14 *Kwh/m²* y un máximo de 27.9 *Kwh/m²*, con lo cual se obtiene un promedio total de 5.59 *Kwh/m²*, permitiendo operar al sistema fotovoltaico de manera aceptable, además se verifica que la erradicación obtenida coincide con la obtenida usando el software RETScreen 8.1 cuyo valor es de 5.63 *Kwh/m²*.

- Considerando los resultados obtenidos por (Domínguez - Palacios Gómez, 2011), sugirió que para obtener los cálculos y planos correspondientes para el diseño del sistema de bombeo, se basaron en teorías de fluido dinámica, la cual los resultados obtenidos fueron aplicados en el software de solidworks, con la finalidad de obtener los planos correspondiente. Por este motivo en esta investigación se realizaron los cálculos detallados del sistema de tuberías y bombeo para extraer el agua del pozo, obteniendo como resultados más importantes como la velocidad de succión de 2.05 m/s, perdidas menores de 0.89 m, diámetro interior y exterior de las tuberías es de 22.9 mm y 33 mm, altura de la bomba de 19.18 m y con una potencia de 746 w, lo cual se procedió con estos resultados a la elaboración de los planos en el software de solidworks.
- De los resultados obtenidos por (ALFARO DELGADO, 2016), señala que para la obtención de la energía eléctrica a partir de la radiación solar, realizó un diseño del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua, por la cual obtuvo el consumo energético real y la selección de los componentes que se empleara en la configuración del sistema eléctrico, tales como baterías, paneles fotovoltaicos, reguladores, inversor, conductores y llaves termomagnético. Por este motivo de esta investigación se ha seleccionado los componentes del sistema fotovoltaico que accionara la bomba de agua KONTRACT, los cuales consiste de 4 baterías GEL Tensite (12v - 300 Ah), 4 paneles fotovoltaicos de 370 W de la marca BAUER ENERGY, un regulador de cara de 50Amp PWM

LCD de marca Must Sola, un inversor VICTRON PHOENIX de 24v, conductores 10 mm^2 de la marca INDECO (THW – 90 AWG), para soportar un amperaje de 9.23 Amp, una llave termomagnético de 2x20 Amp de la marca BTICINO y una llave diferencial de 2x25 Amp de la marca BTICINO, por la cual estos elementos fueron empleados en la configuración del sistema fotovoltaico.

- De los resultados obtenidos por (HERNANDEZ QUIJAITE, 2018), señala que el presupuesto de los sistemas de bombeo fotovoltaicos resultan ser más económicos que los sistemas de uso de combustible, al igual que en su mantenimiento y operación. Por este motivo la investigación se basó en un plan de mantenimiento y operación al sistema de bombeo fotovoltaico con la finalidad de obtener un rendimiento óptimo y económico.
- De los resultados obtenido por (MORAN SANTAMARIA, 2018), señala que la inversión para la instalación del sistema fotovoltaico es rentable, ya que su valorización económica es accesible para los habitantes de este poblado. Por este motivo la investigación se basó en una valorización económica de S/. 30343.05, el cual se cotizo con proveedores nacionales para el sistema de bombeo fotovoltaico.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinaron las coordenadas exactas de la ubicación donde se encuentra el pozo tubular existente con una latitud de $-7^{\circ},27',2''$ y una longitud de $-79^{\circ},34',17''$, así como las medidas correspondientes del pozo.
- De las encuestas aplicadas a las 50 viviendas de la ciudadela Muchick, se determinó la demanda del recurso hídrico es de 4230 litros.
- Se determinó que la irradiación de la ciudadela Muchick es de 5.59 kwh/m².
- Se determinó que la bomba más adecuada es la bomba sumergible de marca KONTRACT, con una potencia de 746 Watts o 1 de HP.
- Se realizó el diseño paramétrico del sistema de tuberías, tanque elevado y línea de succión e impulsión obteniendo planos para su fabricación directa.
- Se determinó los cálculos adecuados para la selección del sistema fotovoltaico.
- Se realizó un plan de operación y mantenimiento con la finalidad de prolongar su ciclo de vida de los equipos seleccionados, para prevenir un mantenimiento preventivo.
- Se realizó la valorización del proyecto, en la cual se obtuvo un monto de S/.30343.05, por la cual se hizo una cotización con proveedores nacionales.

VII. RECOMENDACIONES

- Los usuarios deben solicitar y registrar el pozo en la autoridad nacional del agua (ANA), para así se garantice el monitoreo frecuente de la calidad de agua.
- Los usuarios deben instalar una estación de medición solar para garantizar la utilización óptima del recurso fotovoltaico.
- Se sugiere investigar la utilización de otra energía renovable como la energía eólica que en esta zona podría ser un potencial energético.
- Se sugiere realizar un análisis económico de la inversión con el costo beneficio de la implementación de este proyecto para una mayor seguridad de socialización del mismo.

REFERENCIAS

- ACERO HERRERA, J. (05 de Diciembre de 2019). Guía metodológica para la implementación y selección de paneles solares. 42. Bogotá, Colombia.
doi:file:///D:/Downloads/ANEXOS%20TESIS%20GUIA%20METODOLOGICA.pdf
- ALFARO DELGADO, J. (2016). *Repositorio de Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32383>
- ARANCIBIA MORENO, G. (2020). *Redagrícola*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/cl/sistemas-riego-fotovoltaico-conectado-red-aislado-red-mas-competitivo/>
- ARELLANO BASTIDAS, O. G. (2015). *ESTUDIO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL IESS-IBARRA*. Universidad de las Fuerzas Armadas. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/12484/T-ESPE-049717.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CASTRO GIL, M., C., S., & NARANJO, S. (1997). *ENERGÍA HIDRAULICA* (Vol. 1). PROMOTORA GENERAL DE ESTUDIOS S.A.
- CHISCUL ESQUIVEZ, M. F. (2020). *Diseño de Sistema Fotovoltaico para dotar de energía eléctrica al sistema de bombeo del Fundo la Quebrada, Centro Poblado El Papayo del Distrito de Motupe*. Obtenido de Repositorio de la UCV: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48649>
- DE LAS HERAS, S. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas* (1 ed.). Barcelona, España: SERVICE POINT. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36653/9788476538937.pdf>
- Domínguez - Palacios Gómez, A. (2011). *Repositorio de la Universidad Nacional de Analucía*. Obtenido de <https://dspace.unia.es/handle/10334/1804>
- FLORENCIA, A., & BREARDI. (2013). Obtenido de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/instalaciones-industriales/material/autogeneracion/renovables/solar/energia%20solar%202013.pdf>
- Gaviria Navarro, J. (2015). *Mecánica de Fluidos*. Obtenido de <https://www.thermal-engineering.org/es/cual-es-el-numero-de-reynolds-para-flujo-de-tuberia-definicion/>
- Godoy Ortiz, E. (2016). *UCSC Repositorio Académico*. Obtenido de <http://repositoriodigital.ucsc.cl/handle/25022009/904>
- HERNÁNDEZ BAUTISTA, D. (2019). *Estimación del potencial hídrico subterráneo del valle de Cajamarca - Cajamarca*. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3486/T016_DNI_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- HERNANDEZ QUIJAITE, L. E. (2018). Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Hernandez+Quijaite%2C+L.+E

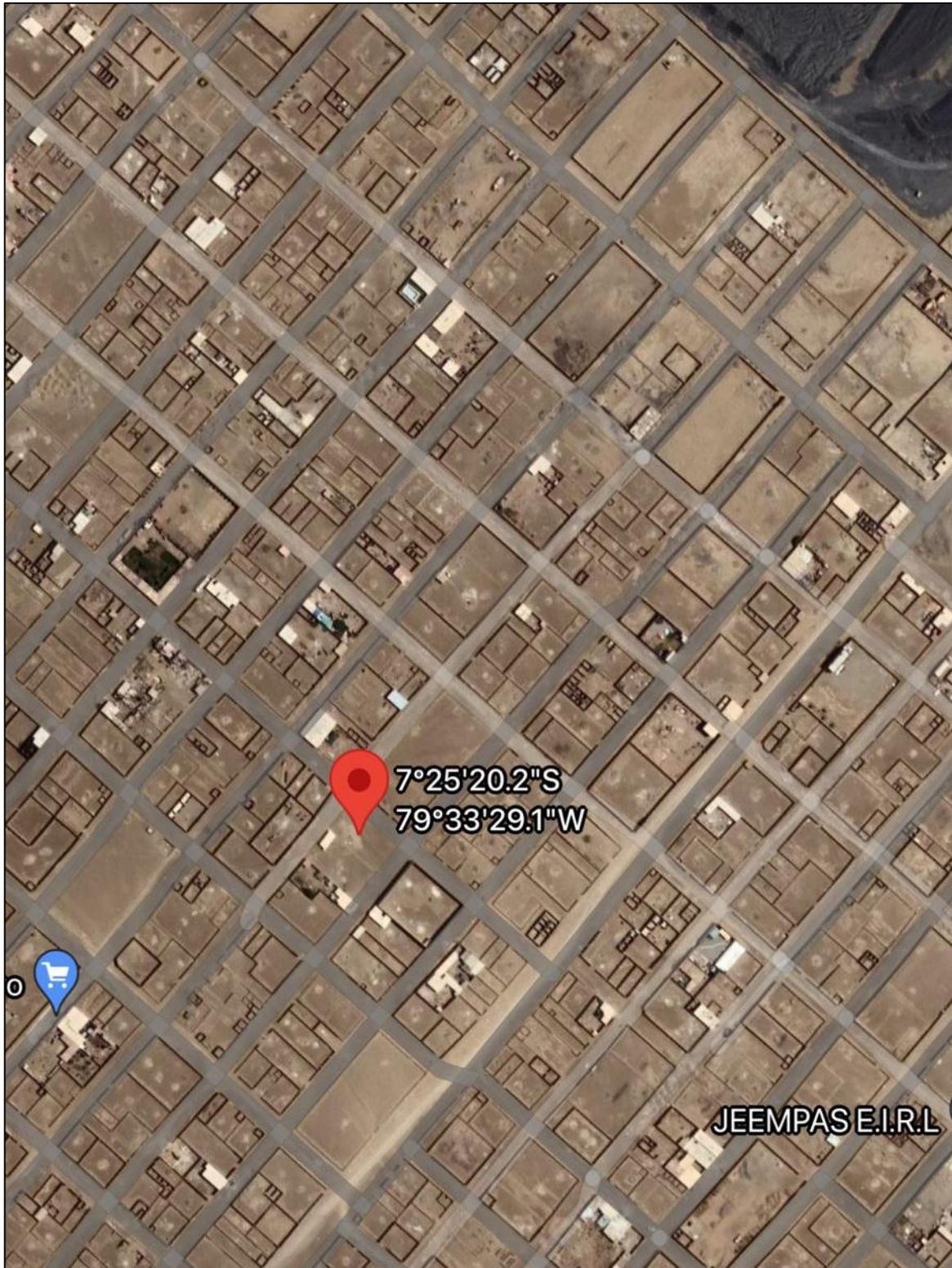
.+%28s.f.%29.+Bombeo+de+agua+con+energ%C3%ADa+solar+en+el++departamento+de++Ica.++Ica.&btnG=

- INEI. (2015). Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1429/libro.pdf
- L. Martin, R. S. (2011). *Mecánica de fluidos - Tema 2. Impulsión de fluidos*. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/4/tema2_impulsion.pdf
- Lahlou, M. (2009). Golpe de Ariete. *Tecnología en Breve*, 1. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56502633/oscilacion_golpe_de_ariete-with-cover-page.pdf?Expires=1623281006&Signature=KS61NIRygpX2WiOU6TtyWLreZw7JmAnPTxpxMMjlvJXKJBEHI5XVkJUYjja6by-Ces0QtAznk83dmZxoLSO2rdepr43Ri0ZZvVhjcQqjkaF5ejsUwAlK-4fpnSREX20AG~ET
- Llano Gómez, J. (2014). *UTC Repositorio*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2699>
- MANTILLA CERQUIN, H. (2020). *Diseña de un sistema de bombeo fotovoltaico para abastecer de agua potable - caserío Pampa La Culebra - Cajamarca*. Obtenido de http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_fed96f4eb1eea058bf0244f03c5f45ae/Description
- MARTÍNEZ LÓPEZ, N. (2001). *DISEÑO DE INVESTIGACIÓN I* (1 ed.).
- MEM. (2013). Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1190/libro.pdf
- Mora, J. F. (2012). *Circuitos eléctricos* (Vol. 1). (M. M. Romo, Ed.) Madrid, ESPAÑA: PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56519736/Circuitos_electricos_-_Jesus_Fraile_Mora-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1635988583&Signature=WtSmpEpzlw7bfm2TVlk82WciKNheT4HreN-hO~onMWI-ZL3aWos9e2TNsMvSUM~K0mDC-AFpRQx0xOm9uka698yxGb6HML9FIDxim~LPCfLORsBYYeW
- MORAN SANTAMARIA, J. M. (2018). *Repositorio de la Universidad Pedro Ruiz Gallo*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4102/BC-TES-TMP-2912.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno Marín, V. (2012). Obtenido de https://oa.upm.es/14391/1/Victor_Manuel_Moreno_Avalos.pdf
- NORA VARGAS, M. (2016). *Selección de Bombas para la Extracción de Aguas Subterráneas en Pozos Profundos*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2016/abril/0743749/0743749.pdf>
- RIOS RAMOS, F. (2015). *Metadología para implantar la estrategia: Diseño organizacional de la empresa*.

- RUEDA, R. (2013). *Diseño de un sistema fotovoltaico de agua subterráneo en viviendas ubicadas en el caserío la Ollería - Distrito de Morrope*. Universidad Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Obtenido de repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10085/sanchez_bm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SEPÚLVEDA, S. (2014). RADIACIÓN SOLAR: FACTOR CLAVE PARA EL DISEÑO. *Mundo FESC*(8), 65. doi:file:///D:/Downloads/Dialnet-RadiacionSolar-5109240%20(2).pdf
- Serrano, J. C. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas* (Vol. 1). Madrid, España: Ediciones Paraninfo, SA. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=EHDICwAAQBAJ&pg=PR1&dq=CANTOS+SERRANO&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjit8GrpuzzAhW0CrkGHedWARoQ6AF6BAGJEAI#v=onepage&q=CANTOS%20SERRANO&f=false>
- VASCO, E. (2000). *LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL PAIS VASCO* (1 ed., Vol. 1). San Vicente. doi:file:///D:/Downloads/B0200004%20(1).pdf
- VÁSQUEZ CORDANO, A., TAMAYO PACHECO, J., & SALVADOR JÁCOME, J. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación de cambio climático* (De estilo y Diseño ed., Vol. 1). (A. VÁSQUEZ CORDANO, J. TAMAYO PACHECO, & J. SALVADOR JÁCOME, Edits.) Magdalena del Mar, Lima, Perú. Obtenido de https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10anios.pdf

ANEXOS

Anexo N° 1: Coordenadas geográficas del pozo tubular.



Anexo N° 2: Mediciones del pozo tubular existente.

GUÍA DE OBSERVACIÓN							
Nombre y Apellido:						N° de Guía: 1	
Lugar:							
Fecha:							
Instrumento de medición: Cinta Métrica							
Objetivo: Realizar las mediciones del pozo tubular existente de la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad.							
N°	Descripción	Fecha	Hora		Valor de medida (mts)		Promedio
					1°	2°	
1	Altura dinámica	16/08/21	8:00		15		15 mts
2	Altura estática	16/08/21	5:00	6:00	5.58	5.58	5.58 mts
		16/08/21	7:00	8:00	5.58	5.56	5.57 mts
		16/08/21	9:00	10:00	5.35	5.00	5.18 mts
		16/08/21	11:00	12:00	5.02	5.10	5.06 mts
		16/08/21	13:00	14:00	5.38	5.35	5.37 mts
		16/08/21	15:00	16:00	5.13	5.16	5.15 mts
		16/08/21	17:00	18:00	5.60	5.63	5.61 mts
		20/08/21	5:00	6:00	5.65	5.65	5.62 mts
		20/08/21	7:00	8:00	5.55	5.18	5.37 mts
		20/08/21	9:00	10:00	5.10	5	5.05 mts
		20/08/21	11:00	12:00	5	5.18	5.09 mts
		20/08/21	13:00	14:00	5.19	5.27	5.23 mts
		20/08/21	15:00	16:00	5.27	5.22	5.25 mts
		20/08/21	17:00	18:00	5.58	5.58	5.58 mts

Fuente propia

Anexo N° 3: Registro de datos del pozo existente.

REGISTRO DE DATOS DEL POZO EXISTENTE					
Nombre y Apellido:					N° de Guía: 1.1
Lugar:					
Fecha:					
Instrumento de medición: Cinta Métrica					
Objetivo: Realizar las mediciones del pozo tubular existente de la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad					
N°	Descripción		Fecha	Hora	Valor de medida (mts)
1	Diámetro del pozo	D. Exterior de la tapa.	24/08/21	8:50	1.18 mts
		D. Interior	24/08/21	8:50	0.90 mts
2	Profundidad del pozo.		24/08/21	9:10	15 mts
3	Distancia del pozo hacia el tanque elevado.		24/08/21	9:40	3 mts

Anexo N° 4: Cuestionario aplicado a la ciudadela Muchick - Pacasmayo.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	Escuela de ingeniería mecánica eléctrica
“Diseño de un Sistema de Bombeo accionado por Paneles fotovoltaico para extracción de Agua a la Ciudadela Muchick – Pacasmayo – La Libertad”	

Ficha técnica de la ficha de cuestionario

Nombre y Apellido:.....

Lugar:.....

Fecha:.....

Instrumento de medición:.....

Objetivo: Obtener la información del consumo de agua que utilizan los pobladores de la ciudadela Muchick – Pacasmayo - La libertad.

1. ¿Cuenta su vivienda Con agua Potable? Si o No

.....
.....

2. ¿Conoce usted la energía renovable? ¿Qué tipos de energía renovable conoce?

.....
.....

3. ¿Cuántas personas habitan actualmente en su vivienda?

.....
.....

4. ¿Qué tipo de agua usa para su consumo diario?

.....
.....

5. ¿Cuánto de agua consume para su alimentación?

.....

.....
6. ¿Cuánto gasta semanalmente por la compra de agua?

.....
.....
7. ¿Cómo hace para el lavado de su ropa y servicios higiénicos, compra agua o va a lavar a algún lugar?

.....
.....
8. ¿Conoce usted algún sistema de bombeo?

.....
.....
9. El pozo mantiene su nivel de agua desde el día que fue construido. Si o No

.....
.....
10. ¿Con que frecuencia se hace mantenimiento al pozo?

.....
.....
11. ¿Cree que sería una buena opción para su comunidad tener un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos para extraer agua? ¿Por qué?

.....
.....
12. ¿Para lograr este proyecto de Extracción de agua mediante un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaico, cuanto estaría dispuesto a invertir?

Anexo N° 5: Cuadro de demanda de consumo de agua por habitante.

CUADRO DE DEMANDA DE CONSUMO DE AGUA POR HABITANTE					
Nombre y Apellido:				N° de Guía: 3	
Lugar:					
Fecha:					
Instrumento de medición:					
Objetivo: Obtener los resultados de la encuesta aplicada a los pobladores de la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad					
N°	Manzana	Lote	Número de Familias	Consumo unitario por habitante <i>(m³/pers)</i>	Total, de consumo por lote <i>(m³)</i>
1	A	2	4	0.0275	0.11
2	A	3	5	0.02	0.10
3	D	23	2	0.02	0.04
4	D	9	4	0.02	0.08
5	A	5	5	0.02	0.10
6	D	7	5	0.02	0.10
7	D	11	4	0.02	0.08
8	D	13	5	0.02	0.10
9	A	1	4	0.0225	0.09
10	A	18	3	0.0233	0.07
11	A	23	4	0.0225	0.09
12	A	4	3	0.0267	0.08
13	A	6	4	0.0225	0.09
14	A	7-8	4	0.0225	0.09
15	A	20	4	0.015	0.06
16	A	18-19	2	0.015	0.03
17	C	1	3	0.0267	0.08
18	C	2-3	2	0.01	0.02
19	C	20	5	0.016	0.08
20	D	13	3	0.0267	0.08
21	D	15	2	0.01	0.02

GUIA DE REGISTRO DEL CONSUMO DE AGUA

Nombre y Apellido: _____ **N° de Guía:** 3

Lugar: _____

Fecha: _____

Instrumento de medición: _____

Objetivo: Obtener los resultados de la encuesta aplicada a los pobladores de la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad

N°	Manzana	Lote	Número de Familias	Consumo unitarios por habitante <i>(m³/pers)</i>	Total de consumo por lote <i>(m³)</i>
22	D	20	4	0.015	0.06
23	D	21	3	0.02	0.06
24	E	1	4	0.0225	0.10
25	E	6	2	0.0225	0.05
26	F	6	3	0.02	0.06
27	F	15	3	0.0167	0.05
28	F	17	2	0.015	0.03
29	F	2	5	0.016	0.08
30	J	8	6	0.03	0.18
31	J	3	4	0.015	0.06
32	J	4	3	0.0267	0.08
33	J	7	4	0.02	0.08
34	J	10	3	0.0167	0.05
35	J	13	4	0.0225	0.09
36	J	16	4	0.025	0.10
37	K	5	3	0.02	0.06
38	K	6	4	0.0225	0.09
39	B	1	9	0.02	0.18
40	B	2	5	0.014	0.07
41	B	5	5	0.016	0.08
42	G	2	4	0.0225	0.09

GUIA DE REGISTRO DEL CONSUMO DE AGUA

Nombre y Apellido: _____ **N° de Guía:** 3

Lugar: _____

Fecha: _____

Instrumento de medición: _____

Objetivo: Obtener los resultados de la encuesta aplicada a los pobladores de la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad

N°	Manzana	Lote	Número de Familias	Consumo unitarios por habitante <i>(m³/pers)</i>	Total de consumo por lote <i>(m³)</i>
43	G	4	6	0.033	0.20
44	H	1	5	0.03	0.15
45	H	3	4	0.02	0.08
46	H	4	5	0.018	0.09
47	H	6	4	0.02	0.08
48	H	8	6	0.015	0.09
49	H	12	5	0.02	0.10
50	H	13	6	0.025	0.15

Anexo N° 6: Ficha técnica del Solarímetro.

MEDIDOR DE ENERGIA SOLAR

TM-206



Descripción de Producto

MODELO: TM-206

TM-206 metro de la energía solar es ideal para la medición de la radiación solar que es emitida por el sol a partir de una reacción de fusión nuclear que crea energía electromagnética.

El espectro de la radiación solar es cercana a la de un cuerpo negro con una temperatura de aproximadamente 5800 K. Alrededor de la mitad de la radiación está en la parte visible de onda corta del espectro electromagnético. El otro medio es principalmente en la parte del infrarrojo cercano, con algunos en la parte ultravioleta del espectro.

Funcionamiento y parámetros técnicos

Aplicaciones

Las unidades de medida son vatios por metro cuadrado o BTU, la prueba típica y aplicaciones de medición son:

- Aplicaciones de Meteorología
- Aplicaciones Agricultura
- Laboratorios de física y ópticas
- Medición de la radiación solar.
- Medición de la transmisión solar
- la investigación de la energía solar
- Identificar las ventanas de alto rendimiento
- Útil para crear paneles solares fotovoltaicos en ángulos óptimos de incidencia
- Medición de intensidad de luz para las ventanillas del coche

Características

- Pantalla LCD de 3 ½ dígitos con la lectura máxima de 2000.
- La medición de la radiación solar emitida por el sol.
- Unidades de visualización: W / m² (vatios por metro cuadrado) o BTU.
- Retención de datos funciones / MAX / MIN.
- Tamaño: 130x 55x 39 mm (LxWxH).
- Peso: Sobre 150g.



Calle Francisco de Toledo 165, Surco Lima - Perú
Teléfono: 01-2743414 Anexo: 103 / 990297533 - Correo: ventas@armotec.pe

www.armotec.pe

MEDIDOR DE ENERGIA SOLAR

TM-206



Especificaciones

Monitor	3½ dígitos, 2000 Lecturas
Alcance	2000 W/m ² , 634 BTU/ (ft ² xh)
Resolución	0.1 W/m ² , 0.1 BTU/ (ft ² xh)
Exactitud	Precisión: Normalmente Dentro de ±10 W/m ² [±3 BTU/ (ft ² xh)] o ±5% que sea mayor en luz solar la. Error de Temperatura incluido ±0.38 W/m ² /°C [±0.12 BTU/ (ft ² xh)] / °C] Desviación de 25 °C.
Una exactitud angular	Corregido Coseno
Deriva	<± 2% por Año
Sobre-entrada	Pantalla "OL"
Tiempo de muestreo	0.25 Segundos
Temperatura operante y Humedad	0 °C ~ 50 °C Por debajo del 80% de Humedad Relativa
Fuente de Alimentación:	Batería de 9V

Calle Francisco de Toledo 165, Surco Lima - Perú
Teléfono: 01-2743414 Anexo: 103 / 990297533 - Correo: ventas@armotec.pe

www.armotec.pe

Anexo N° 7: Irradiación solar de la ciudadela Muchick.

GUIA DE REGISTRO DE LA IRRADIACIÓN SOLAR									
Nombre y Apellido: Kenny Mariños – Deissy Medina							N° de Guía: 2		
Fecha: 29/09/2021									
Instrumento de medición: Solarímetro									
Modelo: TM-206					Marca: TENMARS				
Objetivo: Realizar las medición de la irradiación solar de la ciudadela Muchick – Pacasmayo – La libertad									
VALOR DE MEDIDA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR (w/m^2)									
FECHA HORA	23/09/21	24/09/21	25/09/21	26/09/21	27/09/21	28/09/21	29/09/21	30/09/21	01/10/21
8:00	230	260	239	289	301	289	109	149	129
9:00	251	265	256	245	285	321	289	246	296
10:00	645	760	609	625	706	652	615	725	796
11:00	945	853	796	690	814	861	954	997	996
12:00	980	970	976	976	1025	994	1003	947	990
13:00	921	902	901	896	902	859	968	896	950
14:00	823	845	599	625	816	759	700	781	812
15:00	645	628	624	573	543	636	541	550	725
16:00	563	504	483	499	501	402	459	435	434
17:00	396	395	398	345	235	356	205	129	228
18:00	52	32	27	35	19	21	19	8	45

VALOR DE MEDIDA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR (w/m ²)									
FECHA HORA	02/10/21	03/10/21	04/10/21	05/10/21	06/10/21	07/10/21	08/10/21	09/10/21	10/10/21
8:00	89	125	214	231	198	145	83	137	129
9:00	265	286	255	219	294	287	161	263	259
10:00	801	725	698	796	809	789	243	836	635
11:00	1005	1011	809	1001	993	998	901	1002	967
12:00	1008	940	967	994	983	1009	712	726	926
13:00	926	760	903	967	975	895	598	628	736
14:00	823	654	763	801	726	845	758	591	711
15:00	659	501	451	309	543	569	431	438	562
16:00	501	405	269	499	465	409	316	356	320
17:00	395	205	156	195	309	304	215	184	195
18:00	62	34	39	50	42	25	38	54	49

VALOR DE MEDIDA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR (w/m ²)									
FECHA HORA	11/10/21	12/10/21	13/10/21	14/10/21	15/10/21	16/10/21	17/10/21	18/10/21	19/10/21
8:00	89	36	461	96	110	156	126	46	54
9:00	209	163	159	219	296	189	289	38	180
10:00	761	397	678	836	316	994	654	365	192
11:00	913	850	823	879	993	991	975	263	273
12:00	941	994	983	993	759	856	812	127	498
13:00	991	821	988	967	825	976	863	86	760
14:00	756	829	762	876	846	814	819	97	709
15:00	542	596	440	526	501	428	521	101	543
16:00	461	435	364	423	129	146	396	32	401
17:00	180	214	136	124	41	32	86	51	105
18:00	72	42	69	51	87	17	33	15	17

VALOR DE MEDIDA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR						
FECHA HORA	20/10/21	21/10/21	22/10/21	23/10/21	Promedio Total w/m^2	Promedio Total Kwh/m^2
8:00	159	137	109	116	5041	5.041
9:00	289	521	395	259	7949	7.949
10:00	809	867	802	893	20989	20.989
11:00	653	569	787	908	26470	26.47
12:00	954	995	908	958	27901	27.901
13:00	725	812	860	899	26165	26.165
14:00	725	826	817	550	22858	22.858
15:00	623	540	710	450	16449	16.449
16:00	394	320	425	265	12101	12.101
17:00	121	125	134	54	6248	6.248
18:00	25	16	18	24	1140	1.14
TOTAL					173311	173.311
						5.5906

Anexo N° 8: Ficha de la irradiación solar (software RETScreen 8.1)

RETScreen Expert

Archivo Ubicación Instalación Informe Personaliza

Seleccionar ubicación de datos meteorológicos... Analizador de energía virtual... Abrir

Mostrar mapa Zoom Carretera

Mostrar datos Mostrar gráfico Mostrar notas

Ayuda Aprendizaje en línea Flu tra

Paso 1 - Condiciones de referencia del sitio Opciones Ayuda

Ubicación de datos meteorológicos Perú - Pacasmayo Ubicación de la instalación Perú

Leyenda

- Ubicación de la instalación
- Ubicación de datos meteorológicos



	Unidad	Ubicación de datos meteorológicos	Ubicación de la instalación	Fuente
Latitud		-7.2	-7.4	
Longitud		-79.4	-79.6	
Zona climática		2B - Caliente - Seca		NASA
Elevación	m	1012	23	NASA - Mapa
Temperatura de diseño de la calefacción	°C	16.0		NASA
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C	26.3		NASA
Amplitud de la temperatura del suelo	°C	10.8		NASA

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Precipitación	Radiación solar diaria - horizontal	Presión atmosférica	Velocidad del Viento	Temperatura del suelo	Grados-días de calefacción 18 °C	Grados-días de refrigeración 10 °C
	°C	%	mm	kWh/m²/d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Enero	20.6	73.3%	28.83	6.60	90.4	2.7	23.0	0	329
Febrero	21.2	73.9%	35.28	6.63	90.4	2.6	23.5	0	314
Marzo	21.4	73.1%	39.37	6.72	90.4	2.5	23.5	0	353
Abril	20.9	72.1%	31.20	6.40	90.4	2.6	22.7	0	327
Mayo	20.3	69.2%	9.92	5.40	90.4	2.7	22.1	0	319
Junio	19.7	65.9%	3.30	4.23	90.5	2.7	21.5	0	291
Julio	19.3	63.7%	1.86	4.11	90.5	2.8	21.3	0	288
Agosto	19.5	62.3%	2.17	4.31	90.5	2.8	21.8	0	295
Setiembre	19.5	63.8%	8.10	4.95	90.5	2.9	22.2	0	285
Octubre	19.1	67.8%	21.39	5.78	90.5	2.8	21.8	0	282
Noviembre	19.1	69.2%	21.60	6.12	90.4	2.8	21.6	0	273
Diciembre	19.9	71.2%	22.32	6.39	90.4	2.8	22.3	0	307
Anual	20.0	68.8%	225.34	5.63	90.4	2.7	22.3	0	3,663
Fuente	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA

**Anexo N° 9: TABLA DE TUBO PVC-U PARA FLUIDOS A PRESION CON
EMPALME ESPIGA CAMPANA O SIMPLE PRESION (SP)
ESPECIFICACIONES TECNICAS NTP 399,002**

DIAMETRO EXTERIOR		LONGITUD		CLASE 5 75 PSI (5 bar)			CLASE 7.5 105 PSI (7.5 bar)			CLASE 10 150 PSI (10 bar)			CLASE 15 200 PSI (15 bar)		
NOM	REAL	TOTAL	UTIL	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO	ESP.	Diam. Inter.	PESO
Pulg	mm	metros	metros	mm	mm	kg x tubo	mm	mm	kg x tubo	mm	mm	kg x tubo	mm	mm	kg x tubo
1/2	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	-	-	1.8	17.4	0.840	1.8	17.9	-
3/4	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	-	-	1.8	22.9	1,080	1.8	22.9	-
1	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	-	-	1.8	29.4	1,363	2.3	28.4	2,877
1.1/4	42.0	5.00	4.96	-	-	-	1.8	38.4	1.74	2.0	38	1,940	2.9	36.2	2,750
1.1/2	48.0	5.00	4.96	-	-	-	1.8	44.4	2,016	2.3	43.4	2,549	3.3	41.4	3,577
2	60.0	5.00	4.95	1.8	56.4	2,359	2.2	55.4	3,082	2.9	54.2	4,013	4.2	51.6	6,680
2.1/2	73.0	5.00	4.94	1.8	69.4	3,102	2.6	67.8	4,435	3.5	66	5,894	5.1	62.8	8,390
3	88.5	5.00	4.93	2.2	84.1	4,599	3.2	82.1	6,612	4.2	80.1	8,576	6.2	76.1	12,360
4	114.0	5.00	4.90	2.8	108.4	7,540	4.1	105.8	10,911	5.4	103.2	14,201	8.0	98.0	20,535
6	168.0	5.00	4.86	4.1	159.8	16,278	6.1	155.8	23,923	8.0	152	31,006	11.7	144.6	44,299
8	219.0	5.00	4.82	5.3	208.4	27,440	7.9	203.2	40,405	10.4	198.2	52,262	15.3	188.4	75,513
10	273.0	5.00	4.77	6.7	259.6	43,223	9.9	253.2	63,100	13.0	247.0	81,884	19.0	235.0	116,919
12	323.0	5.00	4.73	7.9	307.2	60,301	11.7	299.6	88,231	15.4	292.2	114,754	22.5	278.0	163,796

Anexo N° 10: Ficha técnica de la bomba sumergible KONTRACT

KONTRACT



ELECTROBOMBA SUMERGIBLE DE ACHIQUE INOX CON GRAN RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.

APLICACIONES

- Achique de obras en construcción, etc.
- Achique de aguas pluviales y filtraciones con sólidos abrasivos.

CAMPO DE TRABAJO

- Paso de sólidos: **10 mm.**
- Temperatura máxima del agua: 35 °C.

COMPONENTES Y MATERIALES

- CUERPO DE BOMBA, CARCASA DEL MOTOR Y FILTRO DE ASPIRACIÓN: Acero inox AISI 304.
- RODETE: Abierto. **Fundición esferoidal.**
- DIFUSOR: Acero inox AISI 304 **recubierto con goma de neopreno.**
- EJE: Acero inox.
- **CIERRE MECANICO: Carburo de Silicio-Carburo de Silicio lado bomba; Grafito-Alúmina lado motor lubricado en cámara de aceite.**
- CABLE DE ALIMENTACIÓN: Con enchufe. 10 metros.

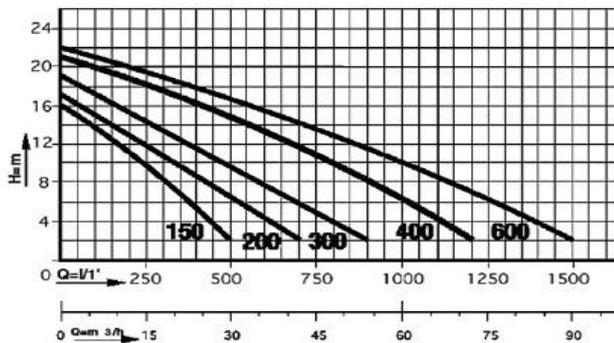
MOTOR

- Sumergible, asíncrono, rebobinable.
- IP 68, aislamiento clase F, 2850 r.p.m.
- Monofásico con condensador en caja exterior incorporado.
- Trifásico: Deberá instalarse un guardamotor.



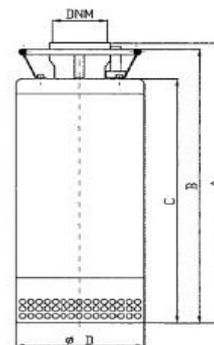
KONTRACT

CURVAS CARACTERÍSTICAS

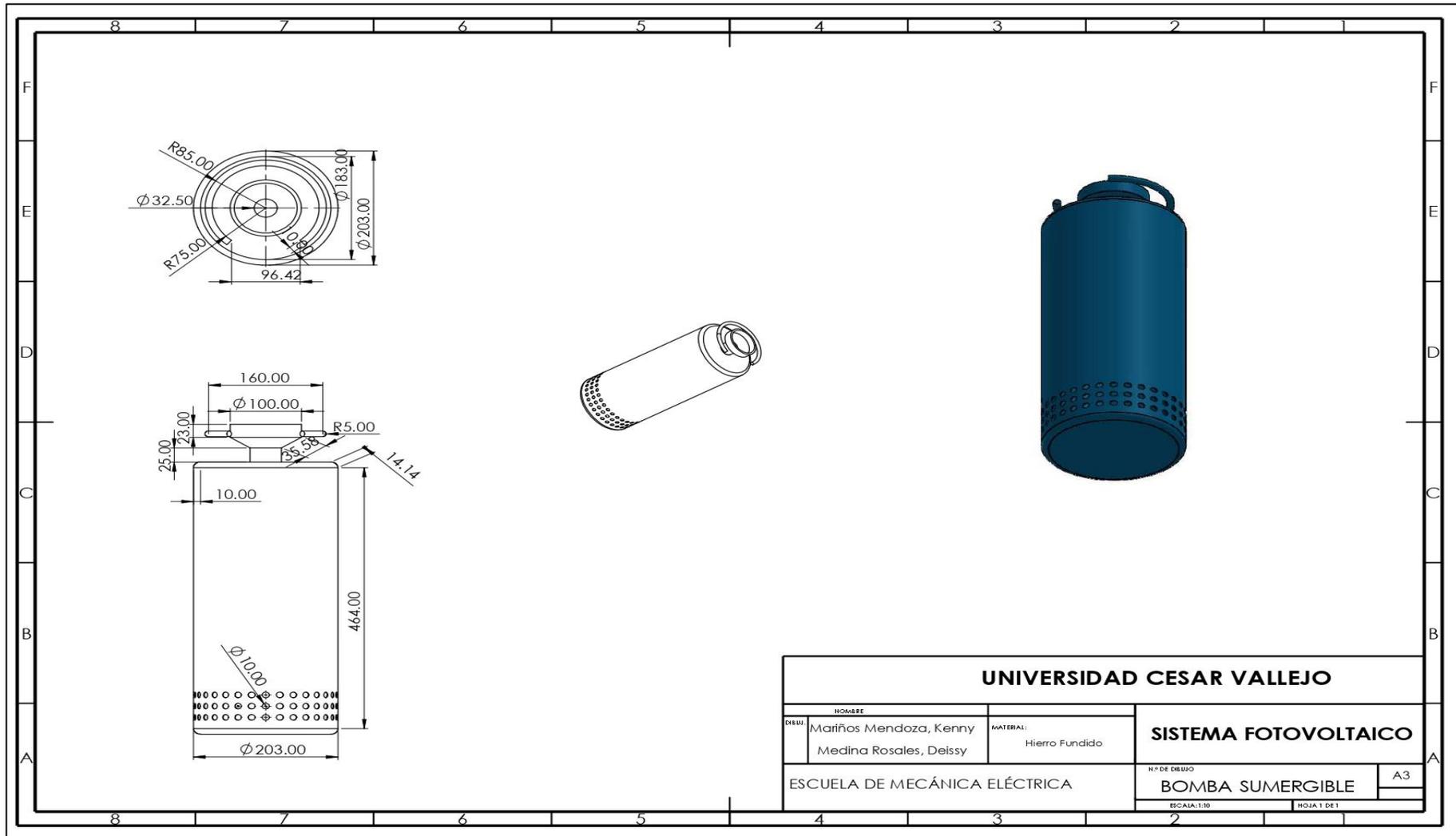


DIMENSIONES Y PESOS

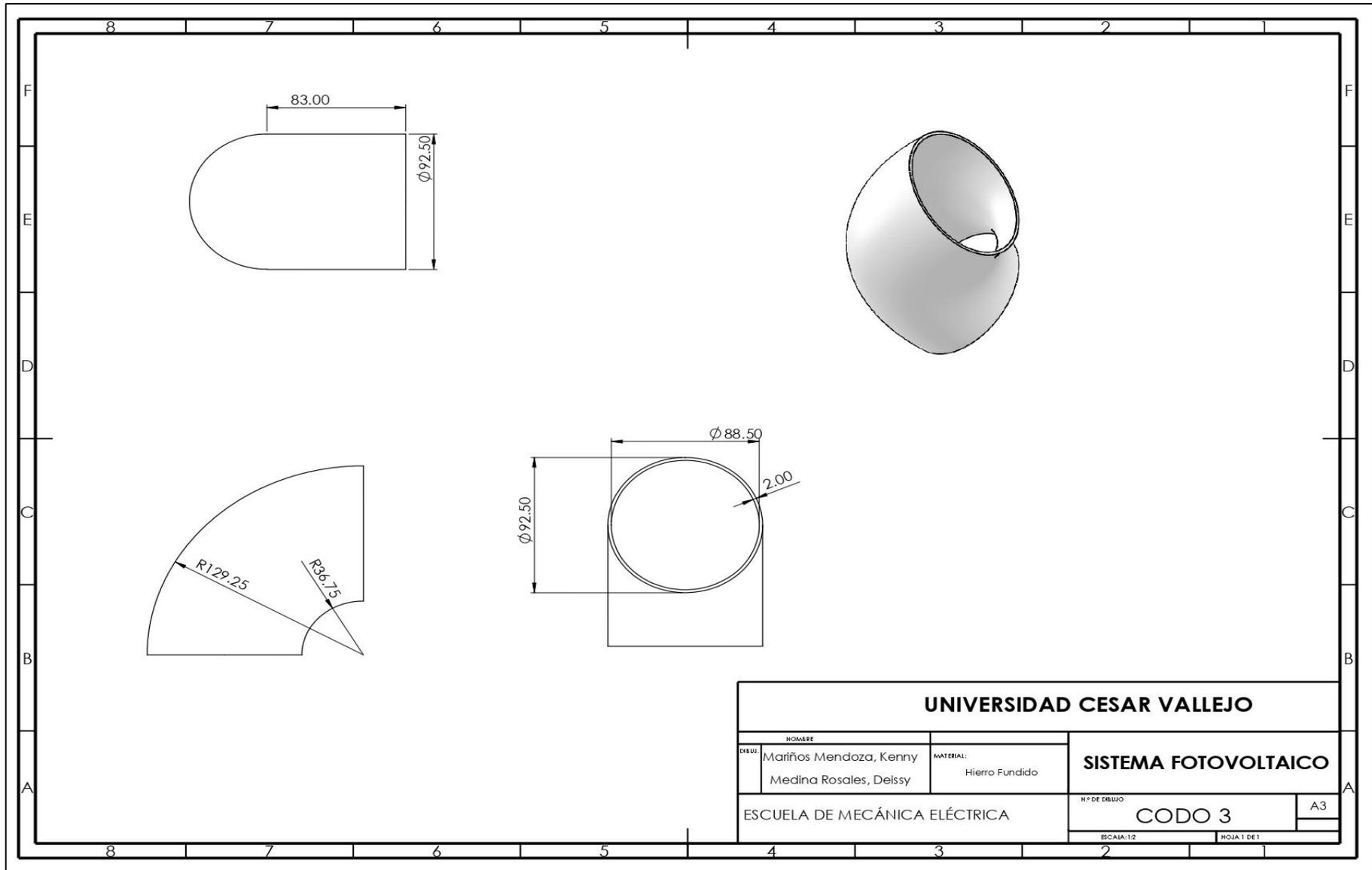
MODELO	POT. NOM. (C.V)	DIMENSIONES (mm)						PESO APROX. (Kg)
		DNA	DNM	A	B	C	D	
KONTRACT 150	1,5	10	2"	426	434	394	203	33
KONTRACT 200	2	10	2"	426	434	394	203	35
KONTRACT 300	3	10	3"	551	539	484	203	38
KONTRACT 400	4	10	3"	551	539	484	203	38
KONTRACT 600	6	10	3"	551	539	484	203	43

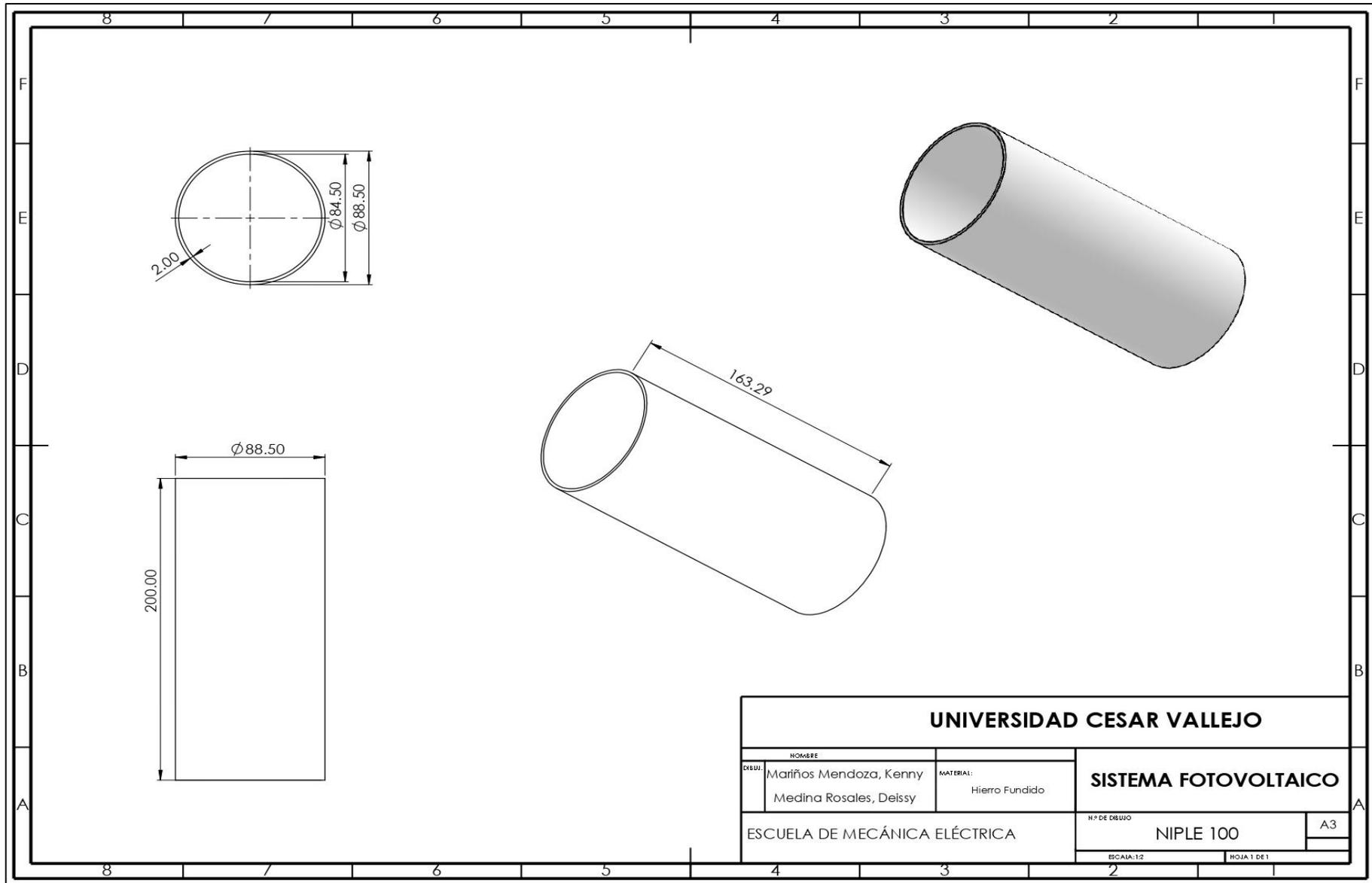


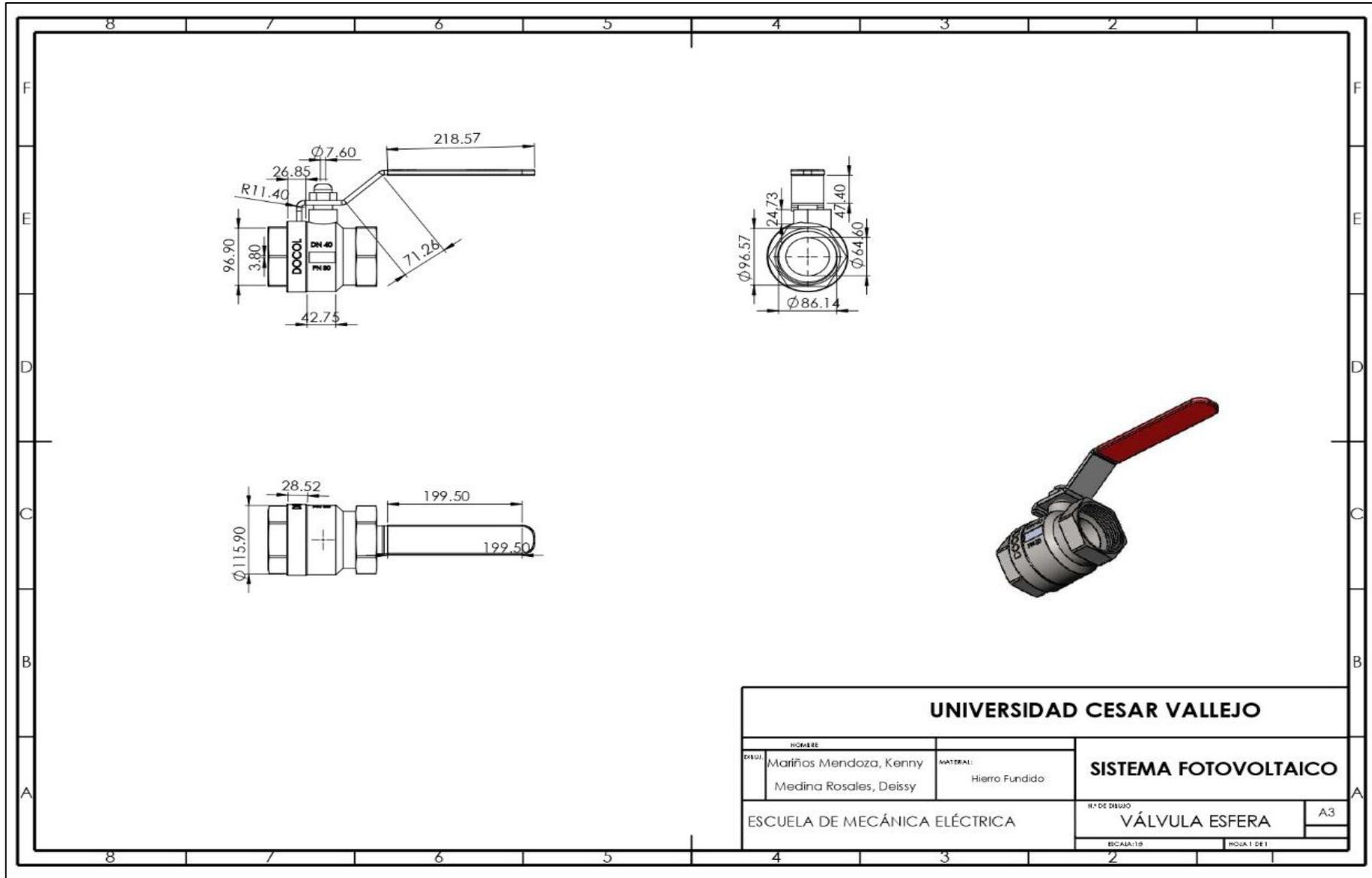
Anexo N° 11: Planos del sistema de bombeo



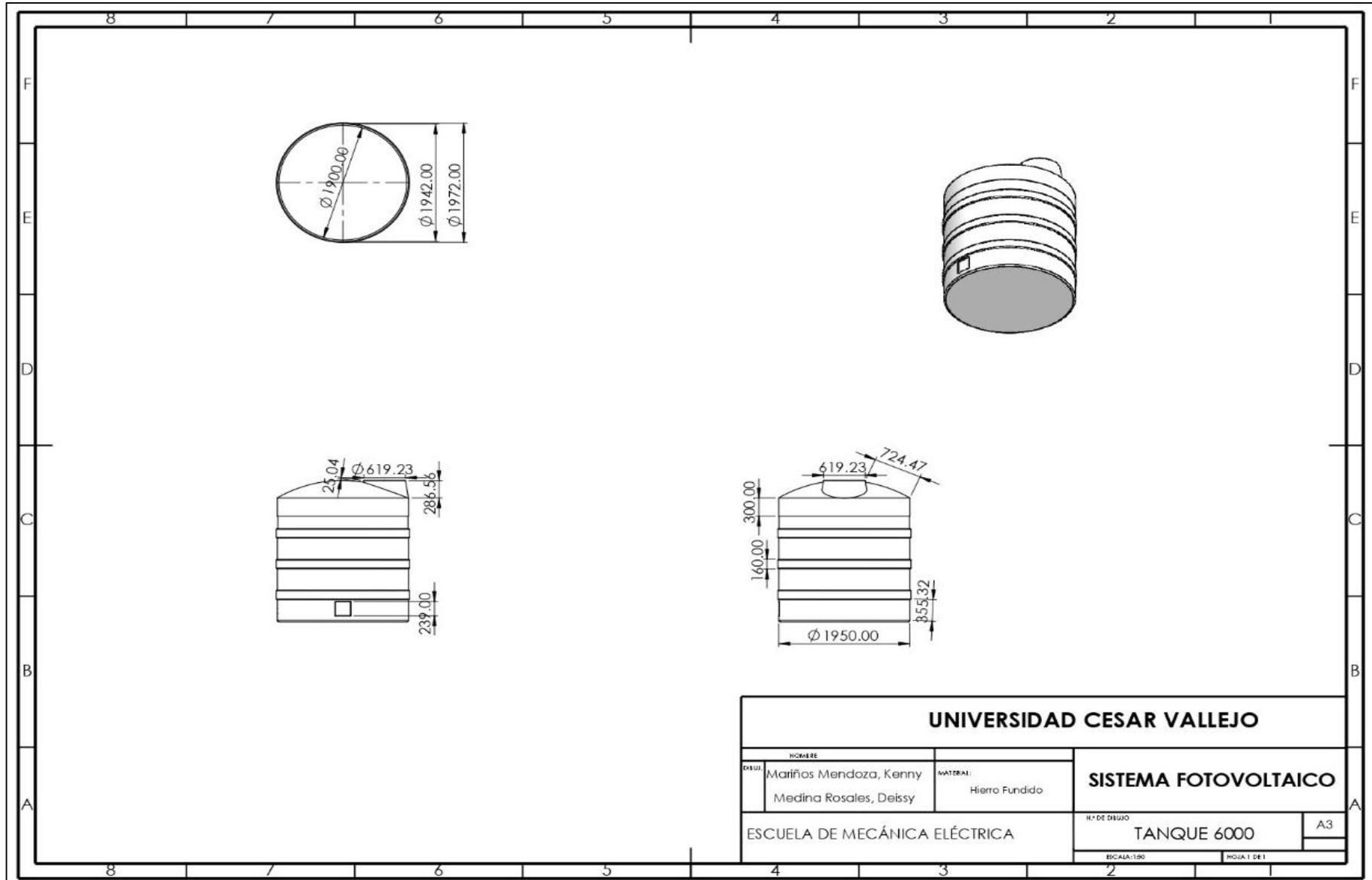
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
<small>NOMBRE</small>		<small>MATERIAL:</small>	
<small>DISUJ</small>	Marifios Mendoza, Kenny Medina Rosales, Deissy	Hierro Fundido	
<small>N° DE DIBUJO</small>			<small>HOJA 1 DE 1</small>
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA			SISTEMA FOTOVOLTAICO BOMBA SUMERGIBLE
			A3
<small>ESCALA: 1:10</small>			

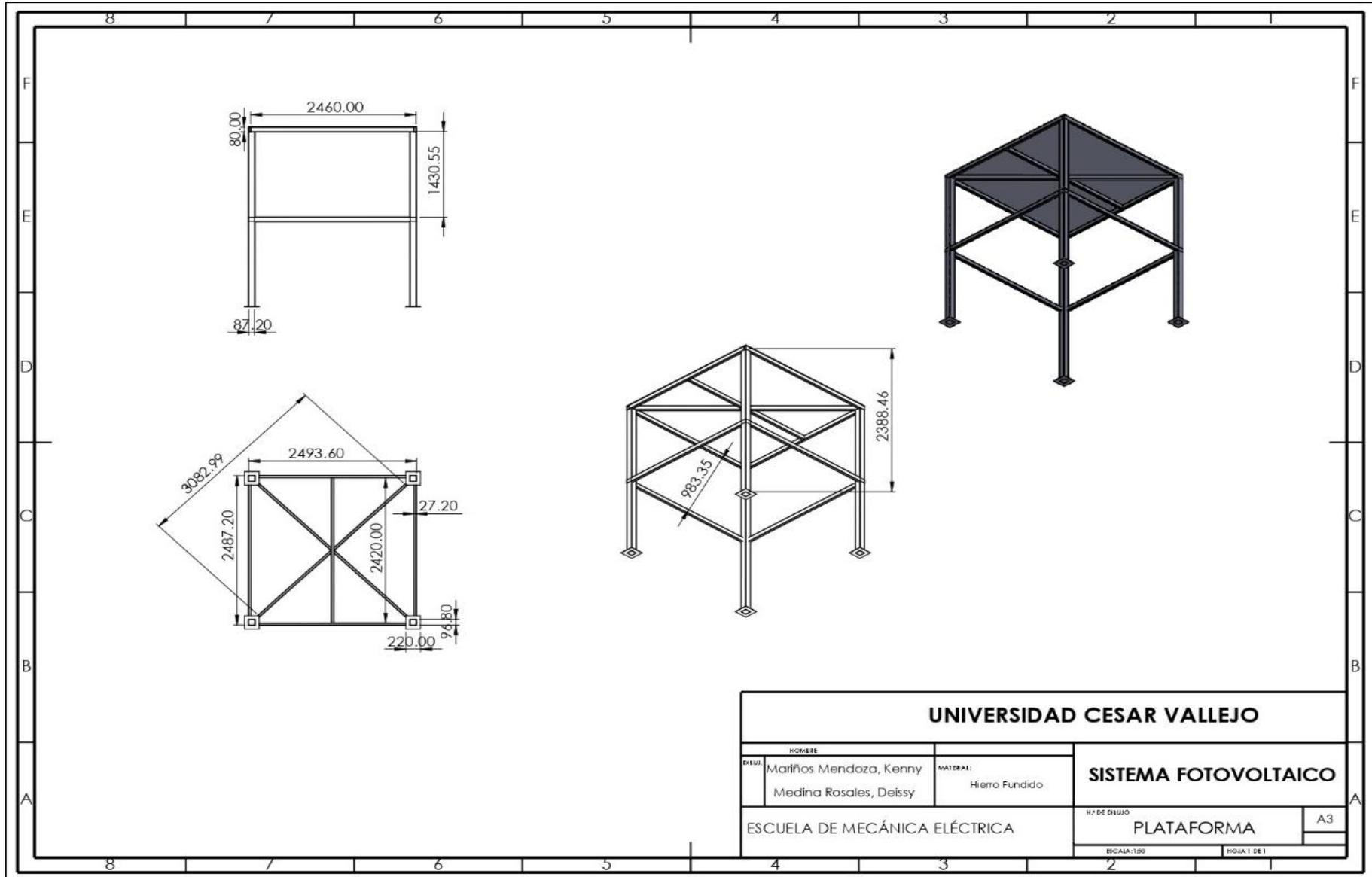


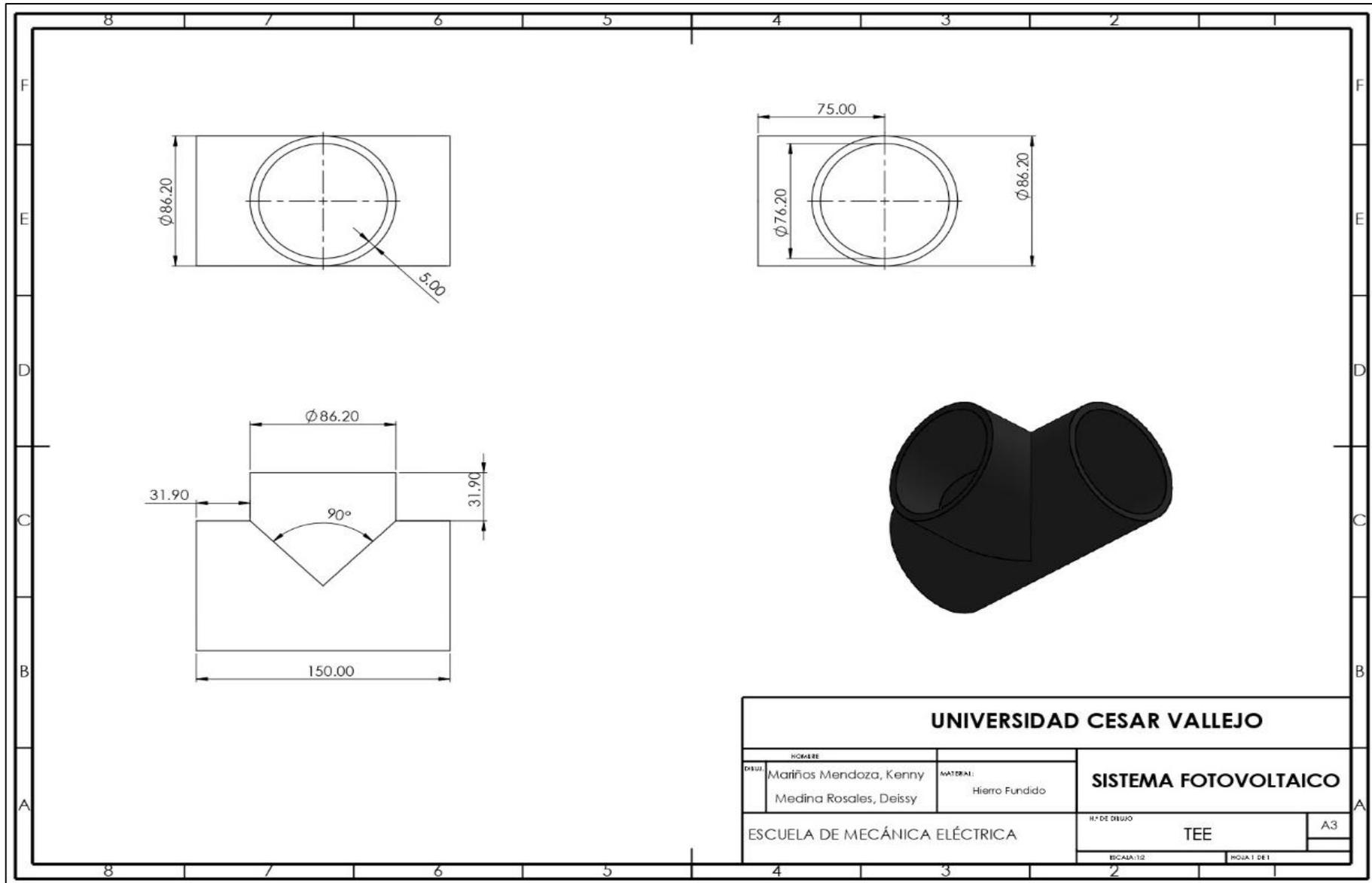




UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
DISEÑO	NOMBRE		SISTEMA FOTOVOLTAICO
	Mariños Mendoza, Kenny Medina Rosales, Deissy		
		MATERIAL:	
		Hierro Fundido	
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA			N.º DE DISEÑO
			VÁLVULA ESFERA
			A3
			ESCALA: 1:10 HOJA 1 DE 1

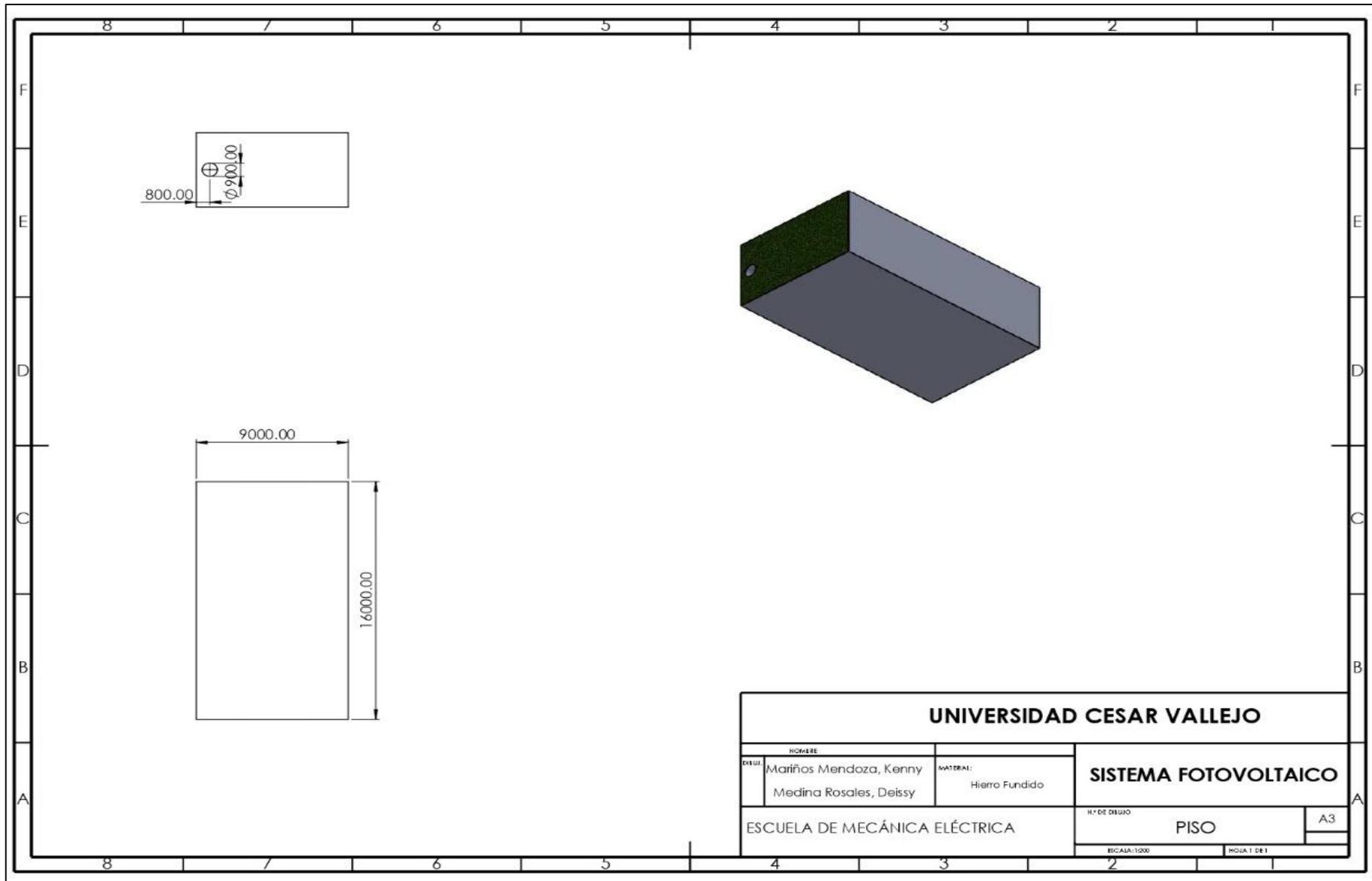


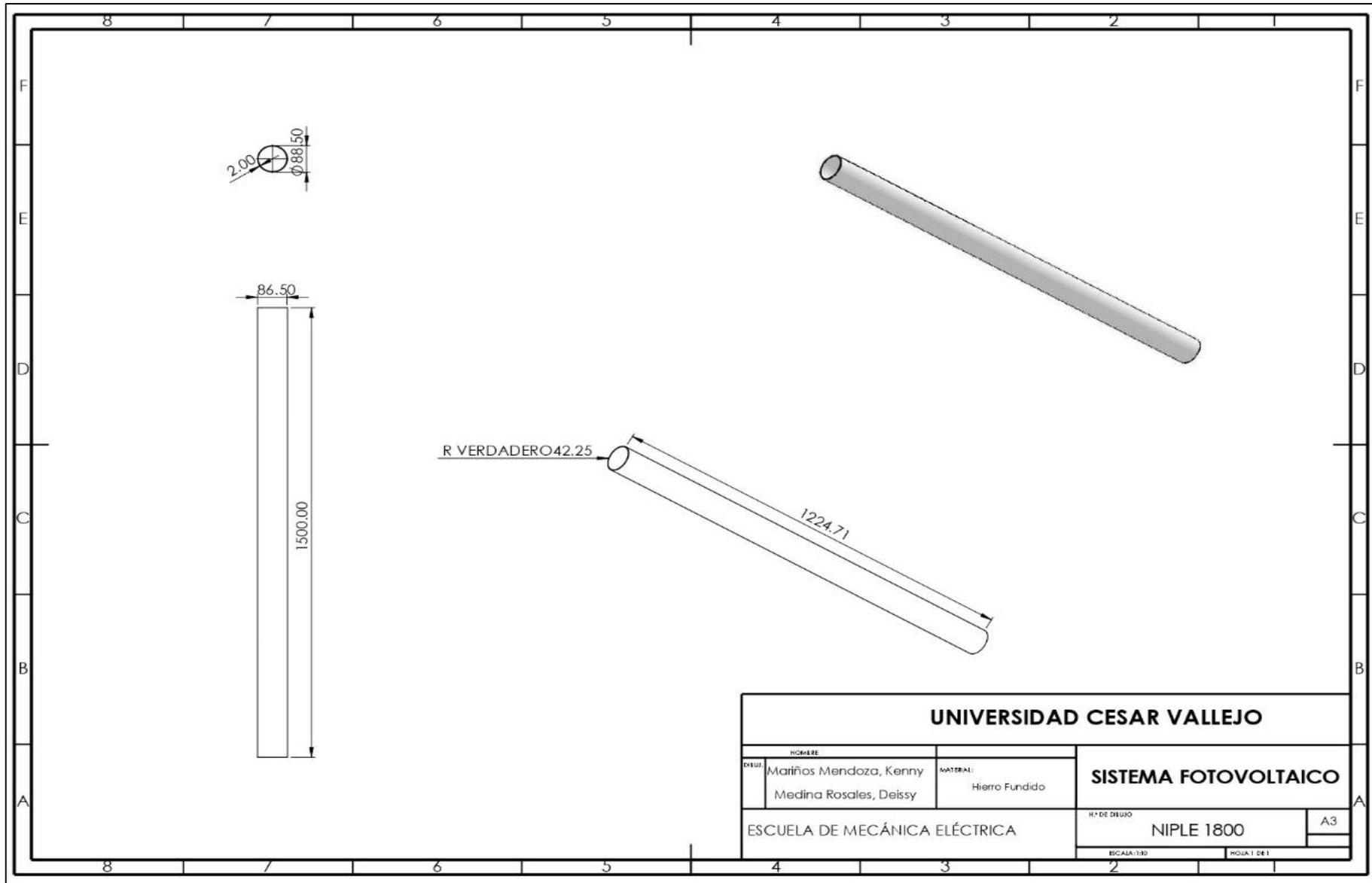


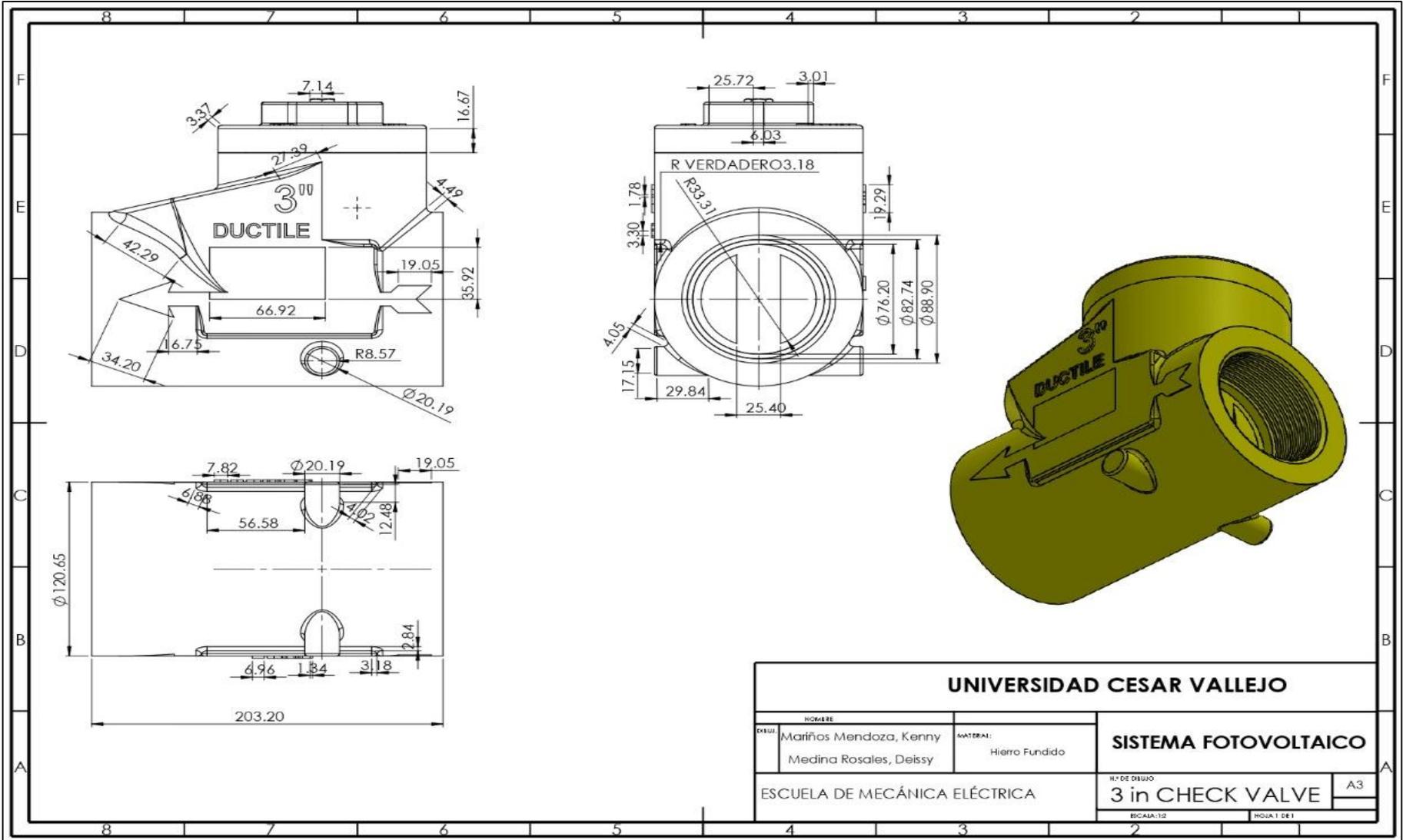


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

NOMBRE		SISTEMA FOTOVOLTAICO	
DESUJ.	Mariños Mendoza, Kenny Medina Rosales, Deissy	MATERIAL:	Hierro Fundido
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA		N.º DE DISEÑO	TEE
		ESCALA: 1:2	HOJA: 1 DE 1
			A3







UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

NOMBRE		MATERIAL: Hierro Fundido	SISTEMA FOTOVOLTAICO
DE DISEÑO	Mariños Mendoza, Kenny Medina Rosales, Deissy		
ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA		N.º DE DIBUJO 3 in CHECK VALVE	A3
		ESCALA: 1:2	HOJA 1 DE 1

Anexo N° 12: Ficha técnica de la batería GEL Tensite (12-300Ah)

Tensite

GEL 12-300

GEL BATTERY 12V 300 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
DIMENSION	Cells Per battery		6	
	Length	Width	Height	Total Height
APPROX. WEIGHT	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
CAPACITY @ 25°C	67.0 kg ± 3%			
MAX. DISCHARGE CURRENT	10 hour rate (25.0A)	5 hour rate (43.7A)	3 hour rate (66.2A)	1 hour rate (161.5A)
INTERNAL RESISTANCE	250.0 Ah	218.7 Ah	198.7 Ah	161.5 Ah
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	2000 A (5 sec.)			
CHARGE METHOD @25°C	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ			
	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
	Cycle Use		Standby Use	
	14.4-15.0V (Initial charging current less than 27A)		13.50-13.80V	

BATTERY DISCHARGE TABLE

CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C

F.V / TIME	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	2 h	3 h	5 h	8 h	10 h	20 h
1.80	A	656.8	437.5	351.8	234.5	168.3	165.0	93.0	68.0	45.0	28.0	25.00
	W	1224.8	815.9	656.0	437.3	313.8	307.7	173.4	126.8	83.9	52.2	46.6
1.75	A	696.2	463.8	369.3	241.5	173.3	170.0	95.3	69.7	45.7	28.3	25.25
	W	1298.3	864.9	688.8	450.5	323.2	317.0	177.8	130.0	85.2	52.7	47.1
1.70	A	788.1	525.0	386.9	248.6	178.3	174.9	97.7	71.4	46.4	28.6	25.50
	W	1469.8	979.1	721.6	463.6	332.6	326.2	182.1	133.2	86.4	53.3	47.6
1.65	A	775.0	516.3	404.5	255.6	183.4	179.9	99.5	72.8	47.0	28.8	25.75
	W	1445.3	962.8	754.4	476.7	342.0	335.4	185.6	135.7	87.7	53.8	48.0
1.60	A	840.6	560.0	422.1	262.6	188.4	184.8	101.4	74.1	47.7	29.1	26.00
	W	1567.8	1044.4	787.2	489.8	351.4	344.7	189.1	138.2	89.0	54.3	48.5

Tensite
info@tensitebatteries.com
www.tensitebatteries.com

Anexo N° 13: Ficha técnica del panel Solar BAUER ENERGY



PANEL SOLAR 370W 72 CÉLULAS MONOCRISTALINO

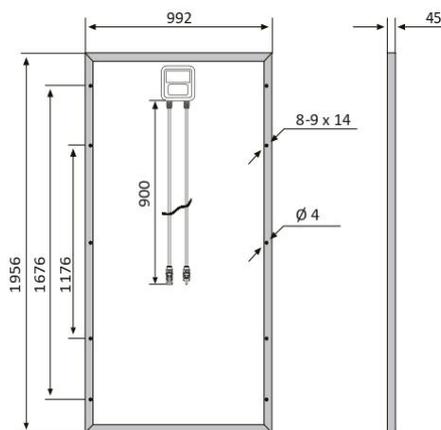
BSP370M

Características

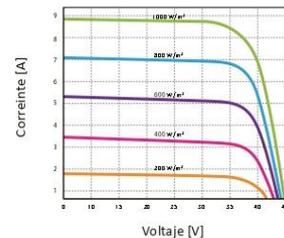
Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



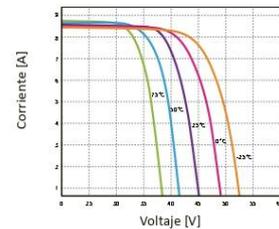
Esquemas



Curvas

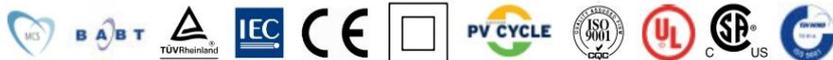


Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

Bauer Energy
info@bauer-energy.com
www.bauer-energy.com



Anexo N° 14: Ficha técnica del controlador PWM LCD Must Solar

PWM Solar Charge Controller

PC1500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A



Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 10A y 20A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-30 y 40A



Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 30A y 40A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-50D / 5048D

Voltaje 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 50A
Tamaño LCD: 2.6"



Modelos: PC1500B-60D / 6048D

Voltaje 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 60A
Tamaño LCD: 2.6"

Aplicación



Sistemas portátiles,
embarcaciones & recreo



Aislada
sistema solar casero



Granja solar de generación

Modelo		PC1500B-10-20		PC1500B-30-40		PC1500B-50-60		PC1500B-60-60D		
Entrada	Voltaje FV	≤50V								
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A	
Salida	Voltaje sistema	12/24V Auto							48V	
	Desconexión por alto voltaje	16.00V x 1' x 2' x 3' x 4' (0.5V)								
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A	
	Autoconsumo	≤13mA							≤25mA	
	Caída de tensión circuito carga	≤0.24V							≤0.25V	
	Caída de tensión circuito descarga	≤0.10V							≤0.10V	
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, equalización								
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (13V-15V) x 1' x 2' x 3' x 4								
	Voltaje Carga Absorción	14.4V (13V-15V) x 1' x 2' x 3' x 4								
	Voltaje Carga Equalización	14.6V (13V-15.5V) x 1' x 2' x 3' x 4								
Protección Bajo Voltaje	10.7V (10V-14V) x 1' x 2' x 3' x 4									
Reconexión Bajo Voltaje	12.6V (10V-14V) x 1' x 2' x 3' x 4									
Salida USB	5V, 1A x2				No tiene					
Características físicas	Sección cableado	≤6mm ²		≤16mm ²		≤16mm ²		≤16mm ²		
	Temperatura trabajo	-20°C-55°C								
	Tamaño (L x W x H)	188 x 95 x 46.5mm				196 x 111 x 54mm				
	Peso ncto	355g				407g				

Anexo N° 15: Ficha técnica del inversor MULTIPLUS



Inversor/cargador MultiPlus

800VA - 5kVA

compatibles con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



MultiPlus
24/3000/70



MultiPlus Compact
12/2000/80

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del MultiPlus tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible en modelos con una capacidad nominal de 3kVA o más).

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

PowerControl – Potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El MultiPlus es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá se hará cargo de otras cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la toma de puerto.

PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica de la toma de puerto o del generador

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El MultiPlus puede utilizarse en sistemas PV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Battery Monitor, Multi Control Panel, Ve.Net Blue Power panel, Color Control panel, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

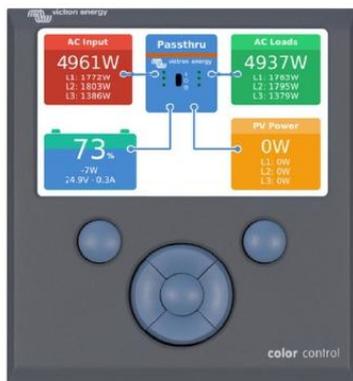
Seguimiento y control a distancia

Victron Ethernet Remote, Venus GX y el Color Control Panel.

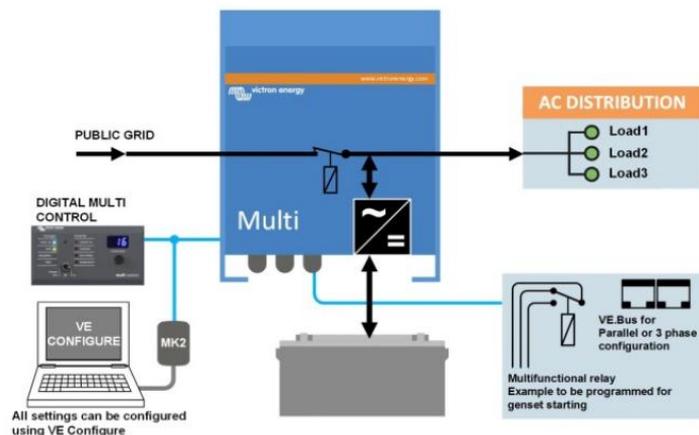
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con un panel Color Control si está conectado a Ethernet.



Panel Color Control con una aplicación FV



MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
PowerAssist		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)		9,5 – 17V		19 – 33V	38 – 66V		
Salida		Tensión de salida: 230 VAC ± 2%			Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)		
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	800	1200	1600	2000	3000	5000	
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	700	1000	1300	1600	2400	4000	
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	650	900	1200	1400	2200	3700	
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	400	600	800	1000	1700	3000	
Pico de potencia (W)	1600	2400	3000	4000	6000	10.000	
Eficacia máxima (%)	92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95	
Consumo en vacío (W)	8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35	
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30	
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15	
CARGADOR							
Entrada CA		Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA		Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz		Factor de potencia: 1	
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)		14,4 / 28,8 / 57,6					
Tensión de carga de "flotación" (V CC)		13,8 / 27,6 / 55,2					
Modo de almacenamiento (VCC)		13,2 / 26,4 / 52,8					
Corriente de carga batería auxiliar (A) (4)	35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70	
Corriente de carga de la batería de arranque (A)		4 (solo modelos de 12 y 24V)					
Sensor de temperatura de la batería		Sí					
GENERAL							
Salida auxiliar (5)	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí (16A)	Sí (25A)	
Relé programable (6)		Sí					
Protección (2)		a – g					
Puerto de comunicación VE.Bus		Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema					
Puerto de comunicaciones de uso general	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí	Sí	
On/Off remoto		Sí					
Características comunes		Rango de temp. de trabajo: -40 a + 65°C (refrigerado por aire)		Humedad (sin condensación): máx 95%			
CARCASA							
Características comunes		Material y color: aluminio (azul RAL 5012)			Categoría de protección: IP 21		
Conexión de la batería		cables de batería de 1,5 metros		Pemos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)		
Conexión 230 V CA		Conector G-ST18i		Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm ² (6 AWG)		
Peso (kg)	10	10	10	12	18	30	
Dimensiones (al x an x p en mm.)		375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240	
ESTÁNDARES							
Seguridad		EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, IEC 62109-1					
Emisiones / Inmunidad		EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3					
Vehículos de carretera		Modelos de 12 y 24V: ECER10-4					
Anti-Isa		Visite nuestra página web					

- 1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita
 2) Claves de protección:
 a) cortocircuito de salida
 b) sobrecarga
 c) tensión de la batería demasiado alta
 d) tensión de la batería demasiado baja
 h) temperatura demasiado alta
 f) 230 VCA en la salida del inversor
 g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta

- 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1
 4) A 25 °C de temperatura ambiente
 5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible
 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general, subtensión CC o señal de arranque/parada del generador
 Capacidad nominal CA 230V/4A
 Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC



Panel Digital Multi Control
 Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Panel Blue Power
 Se conecta a un Multi o a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador
 Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX
 Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no Portal VRM.



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB
 Se conecta a un puerto USB (ver Guía para el VEConfigure)



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000
 Liga o dispositivo a una red electrónica marítima NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MFD](#)

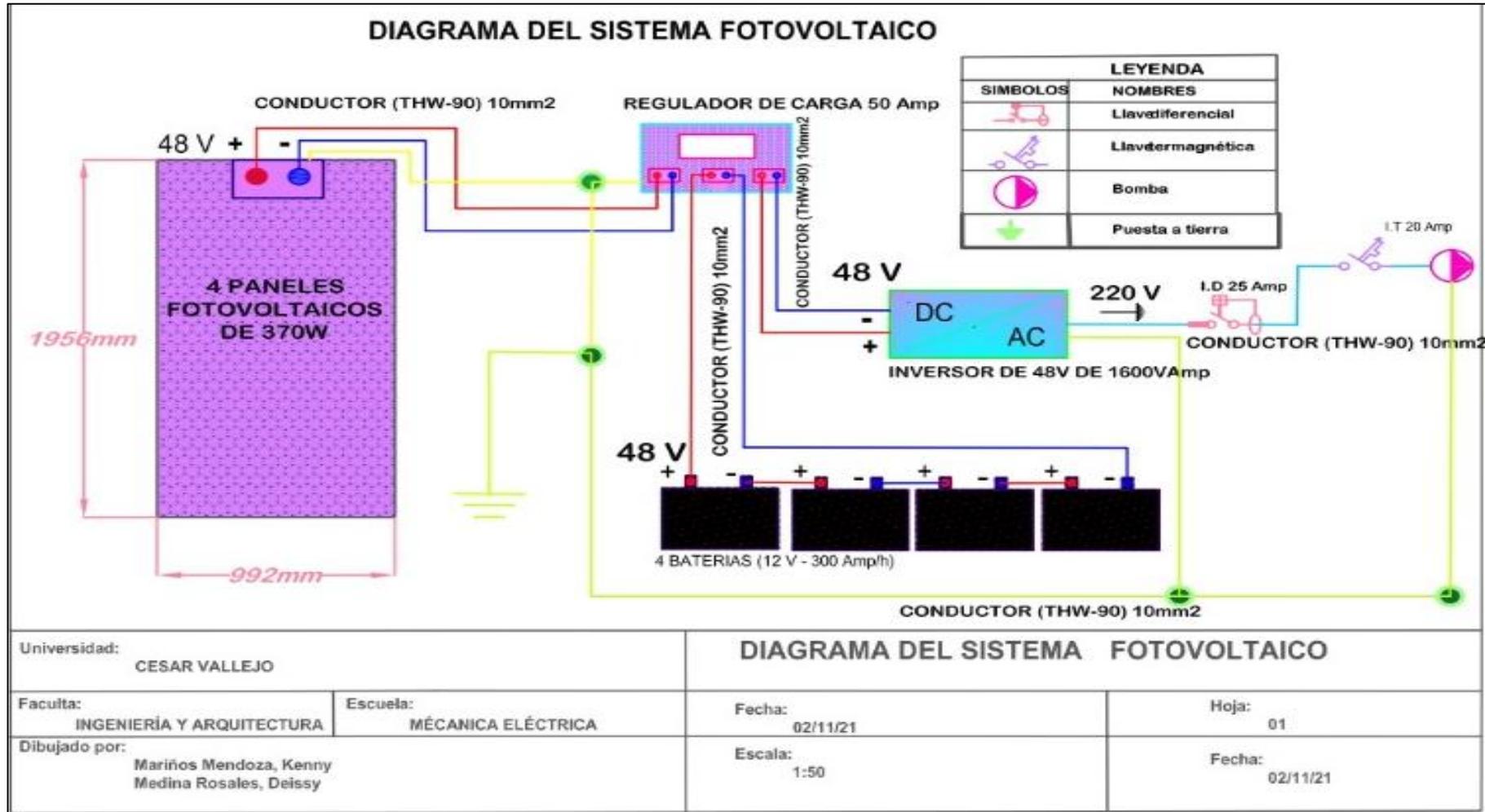


Monitor de baterías BMV-700
 El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMV-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

Anexo N° 16: Especificaciones del conductor TWH - 90

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (AWG / MCM)									
CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

Anexo N° 17: Diagrama del sistema fotovoltaico



Anexo N°18 Galería Fotográfica

En la imagen N° 1: Toma de datos del pozo tubular de la ciudadela Muchick – Pacasmayo.



En la imagen N° 2: Encuesta aplicada a los pobladores de la ciudadela.



En la imagen N° 3: Bosquejo del Diseño de un sistema de bombeo accionado por paneles fotovoltaicos y toma de datos de la irradiación solar.

